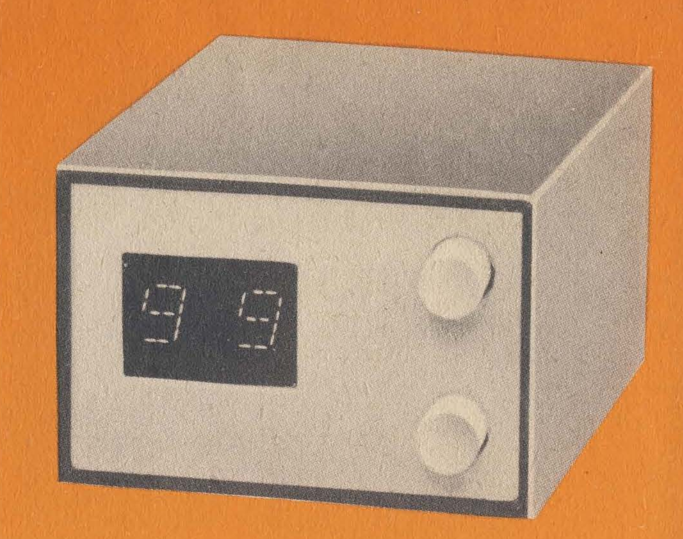




Bauplan Nr. 40
Preis 1,– Mark

Klaus Schlenzig

Digitaluhr und Rundenzähler

Originalbauplan Nr. 40

1. Einleitung

Digitaluhren sind, seitdem man entsprechende Zählerschaltkreise in TTL- und MOS-Technik im Handel erhält, kein ausgesprochen neues Bauobjekt mehr. An ein Bauplanobjekt jedoch müssen bekanntlich strengere Maßstäbe gelegt werden. Die Vielseitigkeit etwa des Typs D 192 oder die Attraktivität der LED-Anzeige VQB 71 auf der einen Seite bedingen derzeit noch eine größere Diskrepanz zwischen Angebot und Nachfrage, so daß nicht mit einem auf sie bezogenen Bauplan noch größerer Bedarf geweckt werden sollte. Auch der derzeit noch weniger verbreitete U 121 D erfordert eine VQB 71 in der Anzeige. Auf der anderen Seite stehen ab 1979 noch größere Mengen Schieberegister des Typs P 195 C aus Lieferungen des Instituts für Mikroelektronik Dresden (IMD) zur Verfügung. Ebenso verhält es sich mit Ziffernanzeigeröhren etwa vom Typ Z 570 M des Werkes für Fernsehelektronik (WF) o. ä. als Billigangebot für Amateure. Schließlich sind nach Aussage des Elektronikversands Wermsdorf Ansteuertransistoren SS 201 und SS 202 preiswert und ausreichend erhältlich. Damit ist die hauptsächliche Basis für die beschriebene Digitaluhr gegeben. Daß ein solches Objekt als Bauplangegenstand möglich wurde, hat auch in einer Zeit noch Bedeutung, in der der Weltstand durch Ein-Chip-Uhren gekennzeichnet ist, die auf Grund unserer anders gelagerten technischen Bedingungen auf dem Amateursektor jedoch noch nicht erhältlich sind. Bei der vorliegenden Konzeption waren noch 2 weitere Gesichtspunkte zu berücksichtigen: eine aus handelsüblichen Teilen realisierbare (Netz-)Stromversorgung und die ökonomische Frage, wie viele Leser in der Lage sein würden, die immerhin etwa 350 M Materialkosten (Preise zum Manuskriptzeitpunkt, Senkungen zwischenzeitlich möglich!) aufzubringen, und wie viele von ihnen im Bauplan nach einem billigeren Objekt suchen würden, die Uhr also mehr als Information betrachten (eine Art »Magazin-Aspekt« bezüglich der Leserinteressen!). Daher enthält der Bauplan, soweit das im Umfang behandelt werden kann, noch einen 1- bis 2stelligen Zähler für Zeiten und Mengen, der sich z. B. als Rundenzähler oder als »Eieruhr« benutzen läßt. Den geringeren Kosten steht gegenüber, daß das praktisch den umgerüsteten Teil der Uhr darstellt, der bis zum Minutentakt gebraucht wird, nur auf anderen Leiterplatten. Der Leser muß dafür also 1 bis 2 P 192 C (und außerdem 1 bis 2 VQB 71) beschaffen.

Kurzbeschreibung der Uhr

Bestückung: 6 × P 195 C, 3 × P 174 C (274 C bzw. weitere 3 × P 195 C), 2 × P 192 C, 2 × P 193 C, 1 × P 210 C, 4 × P 220 C, 1 × P 240 C, 29 × SS 201, 4 × SF 215 o. ä., 4 × Z 570 M; bei Sekundenanzeige noch 2 × P 147 C, 2 × VQB 71.
Stromversorgung: netzspannungssicherer 1-A-Klingeltransformator für die Schaltkreise, 0,5-A-Klingeltransformator mit umgerüsteter Sekundärseite für die Ziffernröhren.
Prinzip: Schieberegister mit Minutentakteingabe; direkte Ausgabe der Ziffern 0 bis 9 über SS 201 auf die Katoden von 13-mm-Ziffernanzeigeröhren. Rückstellmöglichkeit auf 0000, Schnell- und Langsamstellen im Stunden- und Minutenbereich, Stoppmöglichkeit und Rücksetzen der Einersekunden auf 0. Erweiterung um Weckzeitvorwahl und Weckbetrieb nachrüstbar, Vorwahl nur vom Bauplanvolumen her nicht vorgesehen.
Die Zeitbasis der Uhr kann beliebig gewählt werden (also auch von einem Quarzgenerator mit Teiler). Als ökonomische Variante wird ein 256-Hz-LC-Generator eingesetzt, der im Versuchsbetrieb unstabilisiert eine Ungenauigkeit von maximal 20 s/Tag aufwies (mit wechselnder Richtung; temperatur- und spannungsabhängig). Das dürfte für mittlere Ansprüche ausreichen, zumal das Stellen besonders bei eingebauter Sekundenanzeige recht einfach ist. Anzeige- und Ansteuerteil (mit Minuteneingang) werden auf 2 senkrecht zueinander montierten Leiterplatten der Größen 45 mm × 142,5 mm und 65 mm × 142,5 mm (65 mm ist auch die Bauhöhe) untergebracht.

2. Variantendiskussion

Eine Digitaluhr mit im Handel angebotenen mittelintegrierten TTL-Schaltkreisen kann auf mindestens drei Arten realisiert werden (Bild 1). Bild 1a zeigt die z. Z. gebräuchlichste Variante. Sie erfordert derzeit nicht ausreichend erhältliche 7-Segment-Anzeigen; bei Decodern und Dekadenzählschaltkreisen ist die Lage nicht wesentlich anders. Variante a hat einen Strombedarf für den Anzeigenteil (ab Sekundentakt), der – auf Anzeige bis zu den Sekunden bezogen – aus dieser Bestückung hervorgeht: 6 × VQB 71, 6 × P 147, 6 × P 192. Gemäß Informationskennwerten aus Bauplan 37 bedeutet das 6 × 65 mA + 6 × 85 mA für die Schaltkreise und etwa 6 × 50 mA für die Anzeigen, also 1440 mA. Dazu kommt der Strombedarf des Taktgebers, der je nach Aufwand (z. B. 100-kHz-Quarz plus 5 × P 192) bis zu etwa 430 mA betragen kann. Außerdem sind noch einige »Hilfsgatter« zu versorgen, die jedoch – wie auch der Taktgeber – bei allen Varianten in der einen oder anderen Form erforderlich sind. Variante b unterscheidet sich von Variante a im Anzeigeteil. Statt der 7-Segment-Decoder für die LED-Anzeigen treiben 1-aus-10-Decoder Ziffernröhren, die es bekanntlich bis zu 50 mm Ziffernhöhe für Preise zwischen nur noch 6 und weniger als 20 M als Basteltypen gibt (vgl. Bauplan Nr. 36). Gegenüber der relativ kleinen Ziffernhöhe der VQB 71 erhält man wesentlich weiter ablesbare Anzeigen mit formschönen Ziffern. Das zunächst als nachteilig empfundene Problem der nötigen Röhrenspannung für diese Anzeigen kehrt sich in einen Vorteil um, wenn von der im vorliegenden Bauplan gebotenen Lösung Gebrauch gemacht wird.
Darauf soll jedoch erst an entsprechender Stelle näher eingegangen werden. Das Hauptproblem von Variante b liegt dagegen in den ebenfalls nur selten erhältlichen Decoderschaltkreisen, da diese nur als Importe aus der ČSSR und aus der UdSSR zur Verfügung stehen. Sie tauchen bisweilen im Amateurbedarfshandel auf – wenn ein Elektronik-Betrieb Überplanbestände freigegeben hat.
Variante c sieht zunächst etwas unübersichtlich aus. Während nämlich bei a und b die von der Digitaltechnik her nun schon »gewohnte« Zählart angewendet wird, bei der ein integrierter Schaltkreis die Zahl angekommener Impulse an 4 Ausgängen im BCD-Code ausgibt (vgl. Bauplan Nr. 33 und Bauplan Nr. 37), wird bei c ein anderes Prinzip benutzt. In seiner Auswirkung ist es »durchsichtiger«, denn nun steht für jede Ziffer direkt der entsprechende Ausgang zur Verfügung: Am Anfang zeigt Ausgang 0 an, daß noch kein Impuls angekommen ist; in der Zählfolge 1 bis 9 werden danach die Ausgänge 1 bis 9 »aktiv« – jeder nur so lange, bis der nächste Impuls die gezählte Impulsmenge um 1 erhöht. Beim Übergang von 9 auf 0 wird der Übertrag in die nächste Dekade vorgenommen. Diese »unmittelbare Decodierung« erlaubt z. B. den Anschluß von Leuchtdioden oder transistorbetriebenen Lämpchen,

von denen jede mit der entsprechenden Ziffer numeriert werden kann. Prinzipiell wäre das schon eine recht gut ablesbare Uhr. Eleganter und mit diesem Prinzip auch unmittelbar zu realisieren ist die Anzeige mit Ziffernröhren. Sie benötigen aber – im Unterschied zu Variante b – nun keinen Decoderschaltkreis mehr, sondern lediglich je Katode einen spannungsfesten Schalttransistor, der in Form des SS 201 für etwa 2 M preiswert zur Verfügung steht. (Ganz Vorsichtige geben 40 Pfennig je Ziffer mehr aus und setzen den SS 202 ein.)
So einfach, wie der Zählwert ausgegeben wird, sieht die Realisierung des Problems allerdings nicht aus. Dazu sind Schieberegister-Schaltkreise vom Amateurtyp P 195 und D-Flip-Flop vom Typ 174 oder P 274 erforderlich. Wo sie knapp sind, kann man sie (was allerdings weniger ökonomisch ist) durch je einen weiteren P 195 ersetzen. Auch der P 195 besteht aus Flip-Flop. Sie sind jedoch in einer bestimmten Weise verknüpft, so daß ein für die Dauer eines Taktes an den Dateneingang gelegtes H oder L mit jedem Takt um einen Ausgang weitergeschoben wird.
Für die Strombilanz dieser Variante wirkt sich günstig aus, daß die Ziffernröhren aus einer anderen Quelle gespeist werden als die Schaltkreise. Schließlich sollte der Bauplanleser stets die sicherste Lösung anstreben, und leider ist das Spektrum unserer Klingeltransformatoren auf 1 A begrenzt. Aus bestimmten Gründen, die sich aus einer möglichst rationellen Gesamtlösung ergaben, wurde der Sekundenteil auch dieser Variante mit 2 × P 192 entworfen. Die »Mindestlösung« (Sekunden werden nur gezählt, aber nicht angezeigt; Sekundenteil gibt Minutentakt aus) besteht außer den Gattern dann aus 2 × P 192, 6 × P 195, 3 × P 174 (P 274) und benötigt damit 2 × 85 mA, 6 × 60 mA, 3 × 14 mA (25 mA). Das sind insgesamt nur etwa 600 mA – wesentlich weniger als die Variante a und damit gut für Speisung aus einem 1-A-Klingeltransformator geeignet. Hinzu kommt stets der Bedarf der Takterzeugung.
Aus all diesen Gründen wurde Variante c für das »große« Objekt dieses Bauplans gewählt. Im »kleinen« Objekt lernt der Leser dennoch auch mit VQB 71 und P 147 zusammen mit P 192 umzugehen, was gleichzeitig der komfortableren Stufe des »großen« Objekts (Sekundenanzeige) zugute kommt.

3. Elektronisches Zählen und Anzeigen; das Flip-Flop (»Trigger«)

Einiges zu diesem Thema wurde schon vorweggenommen; auch Bauplan Nr. 33 und Bauplan Nr. 37 gaben dazu bereits Informationen.
Ein Blick auf die Anzeige eines elektronischen Zählers, eines Digitalvoltmeters (DVM) oder einer Digitaluhr gibt Antwort auf die Frage, welche Zahl von Impulsen gerade registriert wurde. Das ist bei allen drei Objekten der Fall. Nur sagt z. B. der Zähler etwas über die Gesamtzahl dieser Impulse selbst aus (die z. B. eine Stückgutmenge repräsentieren), während im Digitalvoltmeter mit Analog-Digital-Wandler das Zählen nur Mittel zum Zweck ist, denn die Höhe einer Spannung wird im Analog-Digital-Wandler in eine ihr analoge Impulszahl innerhalb einer bestimmten Zählzeit (Toröffnungszeit) umgewandelt und angezeigt. Sowohl Zähler als auch zum DVM erweiterter Zähler geben im allgemeinen dekadisch gestufte Werte aus, also in Zehnerstufen: 1, 10, 100 usw. 356 gezählte Impulse z. B. werden auch als Zahl 356 auf der Ziffernanzeige erscheinen. Beim Digitalvoltmeter wäre der Wert 3.56 die gemessene Spannung in Volt (oder auch Millivolt, je nach Bereich), wobei tatsächlich wieder 356 Impulse abgezählt worden sind. Schwankt während des Meßvorgangs der Meßwert, so ist es sinnvoll, die beim Zählvorgang ermittelten Werte über Zwischenspeicher zu »merken« und bis zum nächsten Meßvorgang auf der Anzeige darzustellen. Daher haben Zähler und DVM im allgemeinen zwischen eigentlicher Impulszählschaltung und Anzeige einen solchen Zwischenspeicher, engl. auch Latch genannt. Dafür kommen Flip-Flop in Frage. Auch die Digitaluhr zählt. Sie tut das jedoch auf Grund unseres Zeitsystems nicht dekadisch, sondern im System 60 – 60 – 24, wenn man das in der Reihenfolge Sekunden – Minuten – Stunden betrachtet. Die Digitaluhr hat also nur teilweise eine dekadische Ausgabe (Einersekunden, Einerminuten, Stunden bis 10 bzw. 20); die übrigen Stellen erfordern – geht man von Dekadenzählbausteinen aus – eine sogenannte Zählweitenbegrenzung auf die Werte 0 bis 5 bzw. 0 bis 2.
Aus der »klassischen« Digitaltechnik stammt – von der gegebenen Technik her sinnvoll – die Anwendung eines Zahlensystems, das nur mit den Werten 0 und 1 auskommt, entsprechend z. B. den beiden Zuständen eines Schalters, also Aus und Ein. Eine solche 2wertige Logikschaltung ist auch elektronisch

(kontaktlos) leicht zu realisieren. Eine elektronische Schaltung mit diesen 2 stabilen Zuständen heißt Flip-Flop oder bistabiler Multivibrator. Sie wurde noch 1950 mit einer Doppeltriode, 1960 mit 2 Transistoren und bereits um 1970 teilweise (integrierte Gatter, ggf. mit externen Bauelementen) oder ganz monolithisch (auf einem Siliziumkristall) in winzigen Dimensionen realisiert und millionenfach eingesetzt. Ein Einzel-Flip-Flop kann heute (sinnvollerweise) mit 1/2 D 100 oder D 200 durch entsprechende Verknüpfung der Gatter oder durch einen Flip-Flop-Baustein D 172 bzw. 1/2 D 174 realisiert werden. Dabei treten bereits 3 Flip-Flop auf, die unterschiedlich behandelt werden müssen: das R-S-Flip-Flop (Bild 2a), das J-K-Master-Slave-Flip-Flop (Bild 2b) und das D-Flip-Flop (Bild 2c). Für alle gemeinsam gilt: Jedes von ihnen läßt sich so ansteuern, daß erst jeder 2. Eingangsimpuls (u. U. noch mit zusätzlichen Bedingungen, z. B. Taktsteuerung) am Ausgang (bzw. an den invers, also entgegengesetzt zueinander reagierenden beiden Ausgängen) wieder den ursprünglichen Zustand herstellt. Zufällige Zustände beim Einschalten können je nach Typ über einen Reset- (Rücksetz-) Eingang auf einen definierten Ausgangszustand gebracht werden oder mit dem Set- (Setz-) Eingang in den dazu umgekehrten (inversen). Flip-Flop eignen sich damit z. B. als Frequenzteiler. Durch Hintereinanderschalten von n Flip-Flop wird die Teilung 2 : 1 zur Teilung 2^n : 1. Aber auch beliebige andere Verhältnisse (ungeradzählige!) sind durch Rückführungen einstellbar. Man vergleiche dazu Bauplan Nr. 37.
Aus Bild 3 geht hervor, wie beispielsweise 4 in Serie geschaltete Flip-Flop an ihren einzelnen Ausgängen reagieren. Die Tabelle zeigt die Zuordnung dieser Zustände zum Eingangs-Takt (also der Impulsfolge, die die Umsteuerungen veranlaßt). Man erkennt: Nach dem 1. Takt (vorausgesetzt, alle Flip-Flop waren im Ruhezustand gemäß Tabellenwert 0 zurückgesetzt) liegt am 1. Ausgang hohes Potential, H oder high (die »1« des binären Zahlensystems), alle anderen Ausgänge haben noch den Zustand L (low, »0« des binären Zahlensystems). Beim 2. Takt ist der 1. Ausgang auf L zurückgesprungen, während der 2. Ausgang H angenommen hat usw. Ordnet man nun den 4 Ausgängen Stellenwerte gemäß einem entsprechenden Exponenten von 2 zu (0, 1, 2, 3), so zeigt sich, daß der 1. Impuls »binärverschlüsselt« als H an Ausgang 1 mit dem Wert $2^0 = 1$ erkannt werden kann; der 2. Impuls liefert nun am Ausgang 2 ein H, was $2^1 = 2$ bedeutet; beim 3. haben 1. und 2. Ausgang H, also $2^0 + 2^1 = 3$ usw. Der 10. Impuls ist als 0 auszuweisen, denn nun muß – wenn dekadisch gezählt werden soll – die Sache von vorn beginnen. Das tut sie aber zunächst nicht. Man kann sich leicht überzeugen, daß erst nach 15 Impulsen dieser Zustand erreicht wird.
Nennt man die Einheit der 4 Ausgangswerte eine Tetrade, so treten zwischen 9 und 15 »Pseudotetraden« auf. Man kann sie jedoch durch entsprechende Rückführungen unterdrücken. Integrierte dekadische Dezimalzähler (z. B. TESLA: MH 7490, HFO: D 192 [Basteltyp P 192]) sind bereits intern so geschaltet. Der D 193 (Binärzähler) dagegen verhält sich ohne entsprechende Beschaltung im oben beschriebenen Sinne.
Auch das 4-Bit-Schieberegister P 195 enthält 4 Flip-Flop. Sie sind jedoch so verbunden, daß folgendes geschieht (Bild 4, vgl. dazu auch Bauplan Nr. 38!): Liegt am Dateneingang ES ein H oder ein L und ist MC auf »Serienschiebung« gestellt (an Masse gelegt), so bewirkt der 1. Taktimpuls die Übernahme dieser Information in die 1. Stufe, an deren Ausgang sie nun erscheint. In unserer Uhr wird ES ein L zugeführt, jedoch nur einen Takt lang. Nach dem 1. Takt und der Übernahme von L in Stufe 1 wechselt ES auf H und bleibt dort bis zum nächsten Zählzyklus. Mit jedem Taktimpuls wandert das L um einen Ausgang weiter. Mit dem 5. Impuls wird es »hinten hinausgeschoben«, z. B. in das nächste Register. Da ein P 195 nur 4 Schritte zählen kann, braucht man für eine Zähldekade 2 × P 195 sowie 2 weitere entsprechend dieser Aufgabe verknüpfte Flip-Flop, die günstig im Gehäuse eines P 174 (P 274) zur Verfügung stehen. Genaueres dazu siehe Abschnitt 5.

4. Zählbaustein für Zeiten und Mengen (das »kleine« Objekt)

4.1. P 192, P 147 und VQB 71 – eine vielseitige Konzeption

Seitdem integrierte Zählschaltkreise erhältlich sind, können viele Aufgaben in Industrie und Wohnbereich rationell gelöst werden. Es würde daher für die Leser dieses Bauplans einen Informationsverlust bedeuten, wenn sie nicht auch zu der in der Überschrift genannten Kombination eine Bauan-

leitung erhielten. Nach den eingangs gegebenen Erläuterungen fällt das Verständnis der Funktion einer solchen Zähldekade sicherlich nicht mehr schwer:
Die Ziffern der 7-Segment-Anzeige VQB 71 mit gemeinsamer Anode für die 7 × 2 strichförmigen Leuchtdioden (2 je Segment) werden durch Ansteuern von 2 bis 7 ihrer Segmente mit einem Strom in der Größenordnung von 10 mA je Segment erzeugt (vgl. Bauplan Nr. 33). Die Segmente heißen a bis g, von oben aus gezählt im Uhrzeigersinn (g ist der Mittelbalken). Soll diese Anzeige nun, von 0 beginnend, jeweils genau die Zahl von Impulsen anzeigen, die an den Takteingang »Zählen vorwärts« des Zählschaltkreises P 192 C gelangt sind, muß der VQB 71 dies »übersetzt« werden. Aus der Impulsfolge von 0 bis 9, die der P 192 zu zählen vermag, gibt er bekanntlich an seinen 4 Ausgängen Q_A bis Q_D je eine BCD-verschlüsselte »Tetrade« aus H und L aus, die der Decoderschaltkreis P 147 C in die »7-Segment-Sprache« übersetzt. Damit sieht die vollständige Zähldekade zum Zählen von 0 bis 9 Impulsen so aus, wie in Bild 5 dargestellt. Die 7 Widerstände begrenzen die Segmentströme auf für Anzeige und Decoderausgang zulässige Werte. Der P 147 »zieht« jeweils das zu aktivierende Segment gegen 0, die nicht beteiligten Segmente liegen »hoch«.
Wie in der Digitaltechnik üblich, fehlen bei dieser Darstellung die Versorgungsanschlüsse Plus und Minus. Auf der Leiterplatte müssen sie selbstverständlich angeschlossen werden!
P 147 C und P 192 C wurden im Bauplan 37 mit all ihren Möglichkeiten, von denen im folgenden nur ein Teil genutzt wird, vorgestellt. Hier nochmals eine kurze Zusammenfassung.
Der Schaltkreis P 147 C hat 3 Anschlüsse für Sonderfunktionen:
Lampentest (LT): Am Anschluß LT muß im Normalfall Pegel H anliegen. Bei Pegel L leuchten, unabhängig vom Zustand an den Eingängen A bis D, zu Prüfzwecken alle 7 Segmente der Anzeige. (Das gilt nicht, wenn am Anschluß BI Pegel L anliegt!) Dunkelsteuerung der Anzeige: Der Anschluß BI/RBO kann sowohl als Eingang BI als auch als Ausgang RBO benutzt werden. Ein Pegel L an BI bewirkt, unabhängig vom Zustand an den Eingängen A bis D, eine Dunkelsteuerung der Anzeige mit Vorrang vor dem Pegel an LT.
Dunkelsteuerung der Null: Liegt gleichzeitig mit einer Ziffer 0 an den Eingängen A bis D (d. h., $A = B = C = D \triangleq$ Pegel L) ein Pegel L an RBI, so wird die Null nicht angezeigt. Der Ausgang RBO nimmt auch Pegel L an. Die Anschlüsse RBI und RBO werden in Verbindung mit einer Steuerlogik zur Dunkelsteuerung von Führungsnullen mehrstelliger Anzeigen benutzt.
Mit dem P 192 C kann nicht nur vorwärts (also 0, 1, 2 usw.) gezählt werden, sondern auch rückwärts. Außerdem läßt er sich rückstellen und voreinstellen (d. h., von einem vorgewählten Wert aus kann vor- oder rückwärts gezählt werden).

Zählen mit dem P 192 C
Der P 192 C hat für Vor- und Rückwärtszählen getrennte Eingänge. Dabei darf grundsätzlich jeweils nur einer von beiden Eingängen Zählimpulse erhalten. Im Ruhezustand muß an beiden Zähleingängen (ZV und ZR) H-Eingangsspannung liegen. Durch jeden negativen Zählimpuls, der kurzzeitig an einem Zähleingang L-Eingangsspannung hervorrufen kann, wird der Zählerstand entsprechend der Zählschrittfolge und der Zählrichtung (vorwärts oder rückwärts) um eine Ziffer verändert. Der neue Zählerstand erscheint an den Ausgängen Q_A, Q_B, Q_C und Q_D in codierter Form. Außerdem hat jeder Schaltkreis 2 Ausgänge für Übertragsignale, und zwar für Übertrag beim Vorwärtszählen den Ausgang ÜV und für Übertrag beim Rückwärtszählen den Ausgang ÜR. Die negativen Übertragsignale liegen nur während der Impulsdauer des Zählimpulses an demjenigen Übertragausgang an, der den Übertrag bewirkt. Durch die Übertragausgänge ist es möglich, höherstellige Zähler durch Zusammenschaltung mehrerer Schaltkreise ohne aufwendige externe Netzwerke aufzubauen.

Rückstellen
Durch einen H-Spannungsimpuls am Eingang R (Rückstellen) wird der Speicherinhalt aller 4 J-K-Flip-Flop gleichzeitig gelöscht und damit der Zähler auf Null zurückgestellt. Das Rückstellsignal hat gegenüber allen anderen gleichzeitig an anderen Eingängen anliegenden Signalen Vorrang!

Voreinstellen
Vor Beginn des Zählvorgangs lassen sich die 4 J-K-Flip-Flop mit jedem möglichen Zählerstand voreinstellen. Dazu erhalten die Dateneingänge A, B, C, D diejenigen Pegel (H oder L), die zu den zugehörigen Ausgängen (A zu Q_A, B zu Q_B usw.) übertragen werden sollen. Ein negativer Spannungsimpuls am Eingang L (Laden) bewirkt mit seiner Vorderflanke (H nach L) das Einspeichern der gewählten Pegel in die den Dateneingängen zugeordneten Flip-Flop, und die Daten erscheinen an den Ausgängen Q_A bis Q_D. Nicht zuletzt muß folgendes beachtet werden: Der P 192 C zählt nur entsprechend aufbereitete Impulse. Sie müssen eine Mindeststeilheit haben (also kleine Anstiegs- und Abfallzeit, höchstens 500 ns), eine Mindestdauer (30 ns) und eine Mindestamplitude. Die Amplitude liegt durch die TTL-Technik im Bereich 2,4 bis 5 V fest. Außerdem ist die Impulsfolgefrequenz auf 20 MHz begrenzt, einen Wert, den aber nur »Profis« benötigen werden. Diese Impulse müssen also am Ausgang einer Wandlereinheit erscheinen, die auf das zu zählende bzw. zu messende Ereignis anpaßt (z. B. ein relativ komplizierter Analog-Digital-Wandler beim Digitalvoltmeter, ein einfacher Sekundentaktgeber dagegen bei einer 6stelligen, ein Minutentaktgeber bei einer 4stelligen Uhr). Aus diesen Informationen ergibt sich, daß die Kombination P 192 C, P 147 C und VQB 71 erst zusammen mit einer »Aufbereitungsschaltung« funktionsfähig wird und daß man zum Zählen über 9 hinaus eine 2. Zähldekade benötigt. Ein Zähler für zunächst noch nicht definierte Ereignisse (die am Eingang der Aufbereitungsschaltung auftreten), der bis 99 zählen kann, ist daher nach Bild 6 zu gestalten.

4.2. Rundenzähler bis 9 oder bis 99

Bild 6 ist gleichzeitig Ausgangspunkt unseres Zählers für Zeiten und Mengen. Als Beispiel für Mengenzählung wurde die Aufbereitungsschaltung bereits als »prellfreier Schalter« ausgelegt, wie er aus Bauplan Nr. 37 schon bekannt sein dürfte. Diese Möglichkeit der Stückzählung wird alle interessieren, die zu Hause mit einer Autorennbahn spielen; sie ist aber gleichzeitig vielfältig für Zählaufgaben in Schule und Betrieb zu nutzen. In Bild 6 wurden auch die Rückwärts-Zählanschlüsse mit berücksichtigt, und bei Bedarf kann die Leiterplatte um Voreinstellungsanschlüsse ergänzt werden. Damit wird der Zähler noch vielseitiger. Aus Platzgründen enden die Beschreibung und die Realisierung in diesem Bauplan beim Ausgangsimpuls nach 9 (bei 1 Dekade) bzw. 99 (bei 2 Dekaden) gezählten Impulsen. Bei der Autorennbahn kann dieser Impuls z. B. ein selbsthaltendes Relais hinter einem Treibertransistor ansteuern, mit dem über einen Tongenerator (z. B. mit P 210 realisiert, vgl. Bauplan Nr. 37) ein Haltesignal gegeben wird und das außerdem die anderen Bahnen (der »Verlierer«) abschaltet. Da selbstverständlich jede Bahn einen solchen Zähler braucht, wird man aus Preis- und Beschaffungsgründen die Leiterplatten wohl zunächst nur mit jeweils einer Zähldekade bestücken und sich mit 10 Runden zufriedengeben. Der Vorteil der gut ablesbaren elektronischen Ziffernanzeige gegenüber dem in der Standardausrüstung solcher Rennbahnen enthaltenen kleinen mechanischen Zähler dürfte jedenfalls offensichtlich sein. Der Vorzug elektronischer Zählerschaltkreise, daß sie recht schnell zählen können, bringt für den praktischen Einsatz allerdings einige Probleme. Schmale Störimpulse, die man normalerweise nicht wahrnimmt (höchstens auf Spezialoszillografen oder durch Impulsverbreiterungsschaltungen mit Monoflop), veranlassen den Zähler bereits zu reagieren. Es gibt kein Patentrezept gegen diesen Ärger. Da die Stromversorgung eine beliebte »Hintertür« für solche Impulse ist, empfiehlt sich für unseren Zähler, wenn er nur kurzzeitig benötigt wird, Speisung aus einer eingebauten Batterie. Bei dem zwar nicht verbotenen, vom Hersteller aber nicht mehr bezüglich Funktion und Störabstand garantierten Betrieb unterhalb von 4,75 V ergibt sich z. B. die Möglichkeit, 2 × RZP 2 (also 4 V) zu benutzen. Schaltkreise und Anzeige nehmen bei dieser Spannung wesentlich weniger Strom auf, so daß Rennen bis zu 2 Stunden möglich sind. Danach müssen die Akkumulatoren kontrolliert aufgeladen werden, d. h. mit etwa 20 mA über ungefähr 30 Stunden, wobei die Ladespannung nicht über 2,3 V steigen darf (Bauchbildung!). Der Zähler wird mit dieser Batterie zusammen in ein Gehäuse aus kupferkaschiertem Hartpapier gesetzt, dessen Kupferfolie mit der Schaltungsmasse zu verbinden ist. Die 2. kritische Stelle ist der Eingang der Aufbereitungsschaltung. Eine verdrillte, ggf. abgeschirmte Leitung führt zu dem vom vorbeifahrenden Objekt betätigten Mikrotaster (Ausführung mit Hebel). In hartnäckigen Fällen ist auch der Mikrotaster zu schirmen. Schließlich erwies sich noch eine RC-Kombination (ebenfalls in Bild 6 eingetragen) als

nützlich, besonders gegen die Auswirkungen von Funken zwischen Stromabnehmer und Fahrbahn. Sie gestattete eine Stromversorgung nach Bild 6b.

4.3. Leiterplatten

Für die Anwendung in Abschnitt 4.2. entstanden die Leiterplatten nach Bild 7 bis Bild 9. Sie wurden relativ klein gehalten. Jede Dekade hat auf der einen Seite alle nötigen Ein- und Ausgangs- sowie Versorgungsanschlüsse (auch weitere, für diese Anwendung nicht benötigte, wurden herausgeführt, soweit der Platz reichte). Auf der anderen Seite enden die Leiterzüge so an der Kante, daß sie unmittelbar auf die Anzeigeplatte gelötet werden können (Bild 10). Auf der Anzeigeplatte befindet sich außerdem die Schalterplatte mit dem 2teiligen Tastenschalter für Einschalten der Batterie und Rückstellen des Zählers sowie mit dem P 200 C, der zu einer Hälfte den prellfreien Eingangsschalter und zur anderen Hälfte das Rückstell-Flip-Flop bildet. Bild 11 zeigt eine Ansicht des Zählermoduls.
Zu den Leiterbildern bitte Hinweise am Bauplananfang beachten!

4.4. Eieruhr

Der gleiche Baustein kann als Kurzzeituhr modifiziert werden, also z. B. mit einem 10-s-Takt bis maximal 990 s zählen (Auslösung bei 1000 s) oder mit einem 1-s-Takt bis zur Auslösung bei 100 s (Toastzeit). Allerdings ist jetzt Voreinstellen nötig, sonst führt die Sache stets zu harten Eiern und schwarzgebranntem Toast.
Aus Platzgründen kann auf dieses ebenfalls recht interessante Objekt an dieser Stelle nicht weiter eingegangen werden.

5. Digitaluhr mit direkter Decodierung (das »große« Objekt)

Für diese Uhr bestanden bei Manuskripterarbeitung noch die am besten überschaubaren Voraussetzungen: Das Institut für Mikroelektronik Dresden verfügte noch über eine ausreichende Anzahl von P 195 C für den Absatz im Amateurbedarfshandel, und vom VEB Halbleiterwerk Frankfurt (Oder) lag die Aussage vor, im Laufe des Jahres 1979 die weitere Sicherstellung von SSI- und MSI-Schaltkreisen für Amateure zu übernehmen. Billige Ziffernröhren-Basteltypen kann der Fachhandel im VEB Werk für Fernsehelektronik jederzeit beziehen.
Vorgestellt wird damit ein Modell, um dessen »Kern« (4stellige Zähl- und Anzeigeeinheit mit P 195 C, P 174 C bzw. P 274 C und mit einigen Gattern sowie mit 4 × Z 570 M als 13-mm-Anzeige) die übrigen Funktionseinheiten nach freier Wahl mit zunehmendem Komfort aufgebaut werden können.
Die Grundausstattung enthält zwar nur einen LC-Oszillator begrenzter Genauigkeit (unter günstigen Bedingungen besser als ± 20 s je Tag, von Spannung und Temperatur abhängig), doch ist der vorhandene Raum groß genug, um statt dessen eine der möglichen genauen Quarzvarianten einzusetzen (»klassischer«, relativ teurer und »stromfressender« Dekadenteiler mit P 192 C von z. B. 100 oder 200 kHz Quarzfrequenz aus oder – falls erhältlich – NF-Uhrenquarz mit »stromgenügsamem« D 920 D oder D 921 D als Teiler oder auch – bei zunehmender Verfügbarkeit – eine CMOS-Kombination von Generator und Teiler-Flip-Flop mit CMOS-Schaltkreisen aus der UdSSR). Schließlich bietet sich noch durch die inzwischen im Handel erhältliche Zeigeruhr-Typenreihe »Weimar-Quarz, Kaliber 45« die Möglichkeit, von dort den genauen Sekundentakt abzuleiten und auf TTL-Pegel zu heben.
Die 4stellige Anzeige der Grundausstattung (Stunden, Minuten) kann – wie im realisierten Mustergerät – leicht durch eine kleine Zusatzplatte mit 2 × P 147 C und 2 × VQB 71 auf Sekundenanzeige ergänzt werden. Die für die BCD-Ausgabe an die P 147 C nötigen beiden P 192 C sind bereits im Sekundenteiler enthalten.
Umgekehrt läßt sich bei einer »abgerüsteten« Variante mit einem RC-Langzeitgenerator sogar direkt ein Minutentakt erzeugen. Das spart 2 × P 192 C, 2 × P 193 C und einige Gatter, ist jedoch recht ungenau und erfordert für schnelles Stellen wiederum zusätzliche Maßnahmen. Aus all dem hat sich die vorgestellte Lösung als die vernünftigste herausgeschält. Ihr »Steckbrief«:

- über Klingeltransformator aus dem Netz gespeiste Digitaluhr mit 4stelliger 13-mm-Ziffernanzeige
- direkte Decodierung durch Einsatz von MSI-Schieberegisterketten
- Sekundenanzeige mit 7-mm-LED-Anzeigen nachrüstbar
- erzielbare Ganggenauigkeit der Grundausstattung (LC-Generator) $\lesssim \pm 20$ s/Tag
- Quarzzeitbasis statt des LC-Generators paßt in das gleiche Volumen
- Stellfunktionen: schnell (ein 24-h-Durchlauf in etwa 3 min möglich), langsam (durch kurzes Antippen der nichtrastenden Taste Voreinstellgenauigkeit besser als 1 min), stop (setzt Einer-Sekunden auf 0 und stoppt den Zählbetrieb, bis die z. B. durch Zeitzeichen oder im Fernsehen ausgewiesene genaue Zeit erreicht ist, dann sekundengenauer Start), Rücksetzen (setzt das Ziffernröhrendisplay auf 0000)
- durch den Parallelbetrieb der Informationsausgabe werden Rundfunkstörungen vermieden, wie sie bei Multiplexverfahren auftreten können; diese Betriebsart erleichtert auch das Nachrüsten von Schalt- und Weckeinrichtungen wesentlich
- Bestückung weitgehend dem Marktangebot angepaßt
- Kosten, je nach Ausstattungsgrad, um 350 M
- Richtmaße 70 mm × 150 mm × 150 mm
- Masse etwa 1700 g
- vollisoliertes Gehäuse.

5.1. Schieberegister und Speicher-Flip-Flop

Die Handhabung von Schieberegistern des Typs P 195 für Zählzwecke wurde bereits in Bauplan Nr. 36 (»Ziffernröhrenmosaik«) und besonders in Bauplan Nr. 37 (Digital-Mosaik II«) behandelt. Aus Bauplan Nr. 37 stammt das wegen seiner Aussagekraft hier nochmals wiedergegebene Funktionsbild (Bild 12). Daraus ergibt sich u. a. die einfache Rückstellung der Ausgänge auf H durch Umschalten von MC auf Parallelschieben und auf H liegende Paralleleingänge A bis D. (Im Bauplangerät genügte dazu das Offenlassen dieser Eingänge; höhere Störfestigkeit bei Bedarf durch gemeinsamen Widerstand von etwa 1 kΩ an +.) Der Zählbetrieb wird durch Ausgabe von L-Pegel (Ausgang nach Masse durchgeschaltet) nacheinander an den 4 Ausgängen Q_A bis Q_D realisiert, wenn zu Zählbeginn am Serieneingang ES L anliegt. Nach dem ersten Takt (die negative Taktflanke schiebt die Information zum nächsten der 4 internen Flip-Flop) muß L zu H werden, so daß die restlichen 3 Taktimpulse (am Eingang »Takt Rechtsschieben«, C 1) nur H nachschieben. Diese Bedingungen sowie die wichtige Forderung, daß die Information L oder H an ES jeweils wenigstens 25 ns früher anliegen muß als der Taktimpuls, werden durch die in Abschnitt 5.2. beschriebene Gesamtschaltung sichergestellt. Der jeweils nach Null durchgeschaltete Ausgang erlaubt den Anschluß einer einfachen Ziffernröhrenanzeige, die mit einem spannungsfesten, relativ preiswerten Transistor je Ziffer angesteuert wird (Prinzip Bild 13). Leider zählt der P 195 C nur 4 Schritte. Das reicht nur für die Zehnerstunden, wo man mit 0, 1, 2 sogar noch ein Flip-Flop übrigbehält. Schon die Zehnerminuten (0, 1, 2, 3, 4, 5) brauchen 2 Schritte mehr, und bei Stunden und Minuten sind je 2 × P 195 C plus 2 Flip-Flop nötig. Mit dem P 174 C (bzw. P 274 C) stehen in einem ebenfalls (wie P 195 C) 14poligen Gehäuse jeweils 2 Flip-Flop zur Verfügung. Das ist also für beide Fälle (6, d. h. 4 + 2, und 10, d. h. 2 × 4 + 2 Schritte) die günstigste Lösung. Beim P 174 C handelt es sich um ein D-Flip-Flop (D steht für »delay«, Verzögerung, auch »Ablage-Flip-Flop« genannt). Seine interne Funktion soll in diesem Zusammenhang weniger interessieren als die Auswirkungen davon. Die Erweiterung unseres 4-Schritt-Registers auf 6 Schritte erfordert einige Maßnahmen. Zunächst zeigt Bild 14 die Zusammenschaltung der beiden Flip-Flop des P 174 C. So wird die Information, die vor dem 1. Taktimpuls am 1. D-Eingang liegt, mit der positiven Flanke (L zu H) dieses Impulses in das 1. Flip-Flop übernommen. Sie erscheint damit am Ausgang Q und liegt also jetzt auch am 2. D-Eingang, wo sie mit der positiven Flanke des 2. Taktimpulses übernommen wird und am 2. Q-Ausgang erscheint. Der 3. Taktimpuls schiebt das gewünschte L dann (wie der 5. Impuls beim P 195 C) aus diesem 2-Schritt-Register wieder heraus – in das nächste oder (je nach Gesamtschaltung) wieder zum Eingang des 1. Registers dieser praktisch zum Ringzähler zusammengeschalteten Registerkette (Bild 15). Aus

praktischen Gründen wurde auf der Leiterplatte dem 1. Flip-Flop jeweils der 1. und dem 2. der letzte Schritt zugeordnet, z. B. 0 und 9.
Der P 174 C benötigt gerade die entgegengesetzte Taktflanke wie der P 195 C, um die Information weiterzuschieben. Darum wird am Eingang für einen der beiden Typen ein den Taktimpuls umkehrender Transistor erforderlich. Das ist einfacher, kleiner und mit geringerem Strombedarf verbunden als der Einsatz eines Gatters an dieser Stelle. Im weiteren Signalverlauf erfolgt die Umkehrung durch $\overline{Q}$ des P 174 C.
Nachdem z. B. die Minuten-Zählkette bei 9 angelangt ist, gibt sie den 10. Impuls an die Zehnerminutenkette weiter. Diese steht durch den beim Stellen einmalig nötigen »Reset« zunächst auf 0. Der Ausgangsimpuls des Minutenzählers wirkt nun als Takt für den Zehnerminutenzähler; er erscheint also je Minute einmal.
Die an den Eingängen der einzelnen Zählketten vorhandenen Kondensatoren sind für einwandfreie Funktion darum nötig, weil – wie bereits erwähnt – die weiterzureichende Information am Eingang schon (aber auch noch!) vorhanden sein muß, wenn der Taktimpuls ankommt. Ohne diesen »Stützkondensator« würde der Takt, der ja an allen Flip-Flop gleichzeitig anliegt, z. B. die Information am Ausgang des einen Flip-Flop bereits von L auf H umgeschaltet haben, und das übernehmende nächste Flip-Flop erhält damit statt des »weiterzureichenden« L, das nun schon verschwunden ist, ein nicht benötigtes H. Ergebnis: Die Anzeige wird und bleibt dunkel! Die Größe dieser den gewünschten Zustand bis zur Übernahme haltenden Kondensatoren liegt – schaltkreisexemplarabhängig – in einem relativ großen Bereich (im Muster wurden teilweise bis 0,47 µF benutzt). Gegebenenfalls also bei Auftreten dieses Effekts stufenweise von 10 nF an in der betreffenden Zählkette Wert erhöhen. Die zwischen Ausgang und »C-gestütztem« Eingang liegenden Widerstände sollen Überlastungen der Ausgänge verhindern, wenn sich die auf H geladenen Kondensatoren über auf L geschaltete Ausgänge entladen. Ohne Schutz-R sind nur maximal 1000 pF zulässig. Diese Widerstände verzögern gleichzeitig die Entladung.

5.2. Grundschaltung für Stunden- und Minutenzählung

Bild 15 zeigt den Hauptteil der Uhr, nämlich die Einheit Stunden- und Minutenzählung. Die Ausgänge liegen jeweils für den ihnen zugeordneten Zeitwert auf L (Anzeige), sonst immer auf H. Ihre relativ hohe Belastbarkeit (etwa 16 mA) läßt z. B. den direkten Anschluß von Leuchtdioden zu. Damit kann die Funktion der Leiterplatte bzw. jeder einzelnen Zählkette getestet werden, ohne daß schon die Anzeigeeinheit mit den Ziffernröhren angeschlossen werden muß. Selbst auf den Minutentakt kann man (sogar zweckmäßigerweise!) vorerst verzichten und statt dessen mit einem prellfreien Schalter eingeben (Bild 16, vgl. Bauplan Nr. 37). Ganz Sparsame vermögen nach kurzer Einübung an den leuchtenden Punkten direkt die Zeit abzulesen. Eine Anordnung der Dioden z. B. im Sinne von Bild 17 mit Bezifferung ergibt eine eigenwillige Uhrenlösung, die im ganzen um etwa 100 M billiger ist als die mit 4stelliger Röhrenanzeige, eine also für den Anfang durchaus akzeptable Lösung. So verlagert man weitere Ausgaben und Zeitaufwand bei diesem doch etwas länger dauernden Objekt in eine Phase, in der die Grundausrüstung bereits ihre Bewährungsprobe bestanden hat. Heller, weiter ablesbar und damit auch bequemer im Umgang wird diese Lösung durch Glühlämpchen mit beschrifteter Transparentabdeckung. Sie erfordern allerdings – wenn auch billige – Niederspannungs-Ansteuertransistoren (Bild 18).
In Bild 15 erkennt man die in Abschnitt 5.1. bereits skizzierten Maßnahmen wie Umkehrtransistor, Stützkondensatoren und die Rückführungen in den 4 Zählketten (Ringzählerprinzip). Außerdem enthält die Schaltung die Rückstellmöglichkeit für einen definierten Anfangszustand (0000, denn beim ersten Einschalten leuchten undefiniert stets mehrere Anzeigen in jeder Zählkette). Das geschieht bei den integrierten Schieberegistern auf die bereits beschriebene Art durch »Hochlegen« von MC, so daß dort H erscheint, und – in gewollter, notwendiger Weise kurz verzögert – durch L an C2. Erst dadurch wird die an den Eingängen stehende Information H (offene Eingänge oder über etwa 1 kΩ an + gelegt) zu den Ausgängen übertragen. Dort aber, wo der P 195 C bereits den Anfangszustand (0) mit ausgibt, liegt Eingang A an L. Damit erscheint bei diesem Register beim Rücksetzen an Q_A ein L, so daß diese Anzeige leuchtet. Bei den P 174 C ist die Rückstellung durch einen eigens dafür vorgesehenen Eingang günstiger: Der Eingang R bringt, wenn er eine H-L-Flanke erhält, Q auf L; schaltet man dagegen S von

H auf L, dann geht Q auf H ($\overline{Q}$ nimmt stets den entgegengesetzten Zustand an). Damit wird auch dieser Teil der Schaltung nach Bild 15 verständlich. Die weiteren im Bild erkennbaren Kondensatoren unterdrücken einwirkende Störimpulse.

5.3. P 174 C-Ausweich

Sollte zum Erscheinungszeitpunkt dieses Bauplans die Belieferung mit P 174 C bzw. P 274 C (beide sind geeignet) noch nicht wieder in vollem Umfang sichergestellt sein, so kann auch für sie auf P 195 C ausgewichen werden. Neben etwa 5 M Mehrkosten je Schaltkreis braucht man für diesen Schaltungsteil ein Adapterplättchen, wenn die Platte mit der für sie erhältlichen Abreibefolie hergestellt wird (vgl. entsprechenden Abschnitt). Daneben hat diese Umstellung den kleinen Vorteil, daß der Umkehrtransistor überflüssig wird (Brücken einsetzen!).

5.4. Leiterplatten Stunden- und Minutenteil

Diese Leiterplatte nach Bild 19 enthält die Zählketten für Minuteneiner (2 × P 195 C, 1 × P 274 C), Minutenzehner (1 × P 195 C, 1 × P 274 C), Stundeneiner (2 × P 195 C, 1 × P 274 C) und Stundenzehner (1 × P 195 C) sowie die beiden Transistoren für den Takt und die Stütz- und Entstörkondensatoren. Ein Gatter vom Typ P 210 C sorgt für die Rückstellung nach 23 Uhr 59. Zusätzlich befindet sich auf ihr noch ein aus einem P 220 C gebildetes Monoflop (vgl. Bauplan Nr. 37), das den vom Sekundenteil gelieferten Minutentakt verarbeitungsgerecht verbreitert. Schließlich trägt die Platte noch einen Leistungsgatterbaustein P 240 C, der die Rücksetz- bzw. MC-Eingänge ansteuert und im Sinne eines prellfreien Schalters (vgl. ebenfalls Bauplan Nr. 37) mit der Rücksetztaste gekoppelt ist. Die Rücksetztaste befindet sich am äußeren Rand auf der Generator- und Steuerplatte. Damit enthält diese Leiterplatte im Format 65 mm × 140 (142,5) mm 12 Schaltkreise und 2 Transistoren. Trotz der hohen Bauelementedichte wurde sie auf einer 1-Lagen-Leiterplatte realisiert. Dadurch gehören zur Bestückung der Bauelementeseite eine Reihe von Drahtbrücken, die man zweckmäßig zum Teil isoliert ausführt, möglichst in verschiedenen Farben. Wie Bild 20 zeigt, bleibt das Endergebnis noch gut überschaubar. Bis auf die Minutenzehner, die auf Anschlußflächen im oberen Plattenteil enden, gelang es, alle Ausgänge an eine Plattenkante zu führen, so daß sie »drahtlos« mit der Anzeigeplatte zusammengelötet werden können.

5.5. Anzeigeteil

Wie schon in Bild 13 angedeutet, ist die Ziffernausgabe (sobald man von der doch recht primitiven Lampenanzeige Abstand genommen hat) relativ einfach zu lösen. Bild 21 zeigt den Stromlaufplan der gesamten 4stelligen Anzeigeeinheit. Sie enthält 4 × Z 570 M als 13-mm-Anzeigeröhren und 29 × SS 201 als Ansteuertransistoren. Die einzelnen Ziffernkatoden je Röhre, soweit sie benötigt werden, sind mit Widerständen zur Zuführung der erforderlichen Hilfsspannung beschaltet worden (vgl. Bauplan Nr. 36, »Ziffernröhrenmosaik«). Die Transistoren liegen an einem gemeinsamen Basisteiler. Steuereingänge sind die Emitter, die von den jeweils aktiven, also in unserem Betriebsfall auf L liegenden Registerausgängen nach Masse durchgeschaltet werden. Die jeweilige Ziffernkatode kann dann leuchten – vorausgesetzt, die Betriebsspannung von wenigstens etwa 160 V liegt über einen Anodenwiderstand an der Röhre. Die gewählte Halbwellenspeisung vermeidet Gefahren durch aufgeladene Kondensatoren und erfordert nur einen relativ niedrig sperrenden Gleichrichter (SY 320/4 oder SY 204 o. ä. genügt!). Wie das auch sicherheitstechnisch durch galvanische Netztrennung und ohne einen speziellen Stromversorgungsbaustein recht einfach gelöst wurde, darüber gibt der weiter unten folgende Abschnitt Auskunft.

5.6. Leiterplatte Anzeigeteil

Die Leiterplatte nach Bild 22 hat die gleiche Breite wie die des Sekunden- und Minutenteils (142,5 mm), ist allerdings nur 45 mm tief. Ihre Zuleitungsflächen passen stoßgenau an die der ebengenannten Platte; für die 6 Drähte der Zehnerminuten sind Stecklötösen vorhanden. Die begrenzte Fläche (sonst würde die Uhr unnötig groß) wurde durch stehende Anordnung der meisten Widerstände besser ausgenutzt (vgl. auch Bild 23). Es ergab sich gleichzeitig eine übersichtlichere Leitungsführung durch Abfangen der oberen Widerstandsanschlüsse mit einem gemeinsamen Draht. Die genaue Lage der Bohrungen für die Röhrenanschlußdrähte wird durch das typofix-Abreibebild sicherlich wesentlich erleichtert. Bei der Röhrenmontage sollte eine kleine Hartpapierscheibe untergelegt werden, und es ist bereits vor dem Anlöten aller Anschlüsse auf genau senkrechten Stand zu achten – spätere Biegeversuche reißen unweigerlich die Leitungen ab! Außerdem kein Lötflußmittel auf den Rotfilterüberzug tropfen, das kann durchsichtige Stellen im Lack ergeben! Die einwandfreie Funktion der Anzeigeeinheit läßt sich unter Beachtung der dabei anliegenden Spannung einfach testen: 5 V Gleichspannung anlegen, damit die Transistoren aktiviert werden, an die Sekundärseite (6 V) eines Klingeltransformators die Sekundärseite eines 2. Klingeltransformators anschließen und dessen andere Seite, die sonst die primäre Seite ist, mit den 200-V-Lötösen der Anzeigeeinheit verbinden. Erst jetzt ersten Klingeltransformator an das Netz anschließen. Tippt man nun mit einer an Masse liegenden Prüfschnur die einzelnen (Emitter-) Eingänge an, so muß die zugehörige Ziffer leuchten, während alle anderen dunkel bleiben. Dadurch findet man leicht sowohl schlechte Lötstellen als auch eventuelle unsichere Transistorexemplare heraus. Nun können Anzeigeeinheit und Stunden-/Minuten-Einheit stoßgenau und senkrecht zueinander durch Lötkehlen sowie durch die aus den Bestückungsplänen ablesbaren Drahtverbindungen zusammengefügt werden. Anschließend legt man über einen Strommesser (Bereich etwa 1 A) bzw. zunächst einen Schutzwiderstand (Draht, etwa 4,7 Ω) 5 V an die Stunden-/Minuten-Einheit. Diese Vorprüfung gegen zu hohe Stromaufnahme durch Falschpolungen oder Kurzschlüsse ist auch bereits vor dem Zusammenbau möglich. Zeigt der Strommesser wesentlich weniger als 1 A an, so kann der Schutzwiderstand entfernt werden. Die weitere Prüfung erfolgt zweckmäßig entweder mit den bereits für die einfache Lösung vorgeschlagenen Leuchtdioden oder eben zusammen mit der durch 200 V Wechselspannung von der Klingeltransformatorkombination als Provisorium gespeisten Ziffernröhren-Anzeigeeinheit und mit Impulseingabe durch eine prellfreie Taste, auf einer kleinen Leiterplatte als praktisches Prüfhilfsmittel aufgebaut. Die Rücksetztaste sollte auf jeden Fall provisorisch angeschlossen werden, damit ein definierter Ausgangszustand für den »Handtakt« gegeben ist, mit dem nun die Uhr schon »betrieben« und damit geprüft werden kann (vgl. dazu die eingangs dieses Abschnitts 5. gegebenen Informationen zu den »Stützkondensatoren«!).

5.7. Sekundentakterzeugung und Stellfrequenzen

Basis jeder Zeitzählung in Digitaluhren ist der Sekundentakt. Mit seiner Genauigkeit steht und fällt der Gebrauchswert der Uhr. Durch Zusammenfassung dieses Teils auf einer getrennten Leiterplatte besteht die Möglichkeit, die im folgenden vorgegebene Kompromißlösung später im weiter vorn genannten Sinne durch eine Quarzzeitbasis auszutauschen. Der Kompromiß ergab sich daraus, daß sowohl Netzfrequenz als auch RC-Generatorschaltungen zu großen Schwankungen unterworfen sind, während ein LC-Generator (noch dazu bei sparsamem Energiebedarf) durchaus in der Lage ist, die Ungenauigkeit der Uhr über 24 Stunden auf ≤ 1 Anzeigeschritt der 4stelligen Anzeige zu begrenzen. Es sollte möglichst im betriebswarmen Zustand feinabgeglichen werden, da Temperatur- und Spannungseinflüsse die Hauptkomponenten einer Frequenzänderung solcher Generatoren sind. Die Wahl der »Mutterfrequenz« wurde durch die mit sinkender Frequenz wachsende Größe von L und C nach unten hin begrenzt, so daß sich ein vernünftiger Bereich zwischen etwa 100 und 300 Hz ergab. Daraus lassen sich durch einen 2stufigen Teiler 1-Hz-Impulse gewinnen; 2 × P 192 C (also Dekadenzähler) erfordern dabei 10 × 10 Hz = 100 Hz, und 2 × P 193 C (4stufige Binärzähler) benötigen 16 × 16 Hz = 256 Hz Ansteuerfrequenz. Je nach Angebot wird demnach die Frequenz gewählt. Im Muster kamen P 193 C zum Einsatz. Die Kurvenform der Ansteuerspannung muß diesen Zählern gemäß in Rechtecke umgewandelt werden.

Das übernimmt ein einfacher Schmitt-Trigger aus 2 Gattern (vgl. Bauplan Nr. 37). Bild 24 zeigt die gesamte Sekunden- und Minutentakterzeugung.
Für das Stellen der Uhr benötigt man verständlicherweise einen schnelleren Takt. Er läßt sich durch Umgehen des Teilers gewinnen. Damit erhält man eine Zeitraffung auf etwa 6 min/24 h. Dieser Stellvorgang wird mit der in Gebrauchslage der Uhr ganz links (etwa Mitte der Leiterplatte) liegenden Taste 1 vorgenommen. Zur besseren Treffsicherheit in der Nähe der Sollzeit entfernt man den Raststift bzw. setzt von vornherein ein Exemplar ohne Rastung ein. Mit der 2. Taste ergibt sich eine weitere Raffung. Diese »Schnelltaste« ermöglicht nach Rücksetzen über Taste 4 auf 0000 die gewünschte Anzeige grob in höchstens 3 min. Mit Taste 1 stellt man fein ein, und mit Taste 3 wird die Uhr angehalten, bis der voreingestellte Wert erreicht ist. In der Auslegung des Musters wirkt Taste 3 nur auf den Reset des Einersekundenteilers, so daß – wenn eine Sekundenanzeige angeschlossen ist – die Uhr bei 10, 20, 30 usw. Sekundenanzeige stehenbleibt. Man kann aber unter Berücksichtigung der 6er Rückführung (s. u.) auch den Zehnersekundenteiler-Reset mit anschließen und geht dann stets von 00 aus – eine Maßnahme, die bei fehlender Sekundenanzeige die sinnvollere sein dürfte.
Die beiden Schaltkreise des Sekundenteilers müssen – leider – auf jeden Fall P 192 C sein, die bei Manuskripterarbeitung noch etwas schwieriger zu beschaffen waren. Am Ausgang des 2. entsteht infolge der für den Wert 6 des Sekundenzehners eingebauten Rückführung über Gatter je Minute ein allerdings sehr schmaler Impuls, der durch das Monoflop der Stunden- und Minuteneinheit auf deren Leiterplatte verarbeitungsgerecht verbreitert wird.
An den 4 Ausgängen der beiden P 192 C stehen die BCD-verschlüsselten Werte der Sekunden von 00 bis 59 zur Verfügung. Von ihnen aus kann über 8 Leitungen die in Abschnitt 5.9. beschriebene Sekundenanzeige mit 2 × P 147 C und 2 × VQB 71 auf Wunsch jederzeit »nachgerüstet« werden. Im Mustergerät ist sie bereits enthalten; den zusätzlichen Strombedarf liefert die Stromversorgungseinheit noch.

5.8. Leiterplatte Sekundentakterzeugung

Bild 25 zeigt die Leiterplatte dieser Einheit. Auf ihr befinden sich Schalenkern (Wickeldaten s. Bild 24), die frequenzbestimmenden MKL- und KT-Kondensatoren und die Feinstellmöglichkeit über Stellwiderstand (Platz für Feinabgleich-C ist vorhanden, ggf. auch noch auf der Leiterseite) sowie der Tastenschalter für alle Stellfunktionen und die Schaltkreise für die Sekundentakterzeugung. An die Folieflächen am unteren Plattenrand können die 8 Leitungen aus weicher Litze zum Sekunden-»Display« direkt angelötet werden. Den Schalenkern sollte man kleben, damit sich seine Daten möglichst nicht mehr ändern. Luftspaltveränderung bedeutet L-Änderung! Daher entfettete Kernhälften am besten dünn mit etwas Epasin-Kleber zusammenfügen und Schalenkern auf der angerauhten Leiterplatte festkleben. Zusätzlich kann ein 1-mm-Haltedraht durch das Zentralloch hindurch eingelötet werden. Während sich die Funktion des Generators noch mit einem Kopfhörer am Kollektor der Trennstufe und auch hinter dem Schmitt-Trigger feststellen läßt, empfiehlt sich für die Prüfung der Sekundentaktausgabe eine Leuchtdiode, über Vorwiderstand von etwa 470 Ω zwischen Plus und Ausgang Q_A des ersten P 192 C gelegt. Sie ist jeweils 1 s hell und 1 s dunkel.
Die ungefähre Frequenzlage des Generators läßt sich bereits durch Beobachten des Sekundentakts gut ermitteln. Zum Beispiel bedeutet zu schnelle Impulsfolge, daß C vergrößert werden muß bzw. daß der Stellwiderstand nach kleineren Werten zu verändern ist (nutzbarer Stellbereich des Widerstands je nach C etwa 10 ms). Man bedenke dabei, daß nicht nur der L-Grundwert bereits toleranzbehaftet ist, sondern daß auch die verwendeten Kondensatoren bis zu 20 % von ihrem Nennwert abweichen können. Erfahrungsgemäß ergibt sich ein zufriedenstellender Feinabgleich später an der kompletten Uhr im betriebswarmen Zustand bereits mit einer kleinsten Abgleichkapazitätsstufung von 10 nF. Selbstverständlich dürfen für diese Kapazitäten weder Elektrolyt- noch »Epsilan«-Keramikkondensatoren benutzt werden, sondern nur MKL-, KT- und Polyestertypen.

5.9. Sekundenanzeige

Die Umsetzung der vom Sekundenzähler kommenden BCD-Impulse in eine 7-Segmentanzeige hat keine Besonderheiten. Der Vollständigkeit wegen zeigt Bild 26 diesen nachrüstbaren Schaltungsteil. Die Vorwiderstände dürfen größer als angegeben sein, wenn die Anzeigehelligkeit dann (exemplarabhängig) noch ausreicht und sich der der Ziffernröhren dadurch besser anpaßt. Es kann bei VQB-Basteltypen manchmal sogar sinnvoll sein, einzelnen Segmenten abweichende Widerstandswerte zuzuordnen, um eine gleichmäßigere Helligkeitsverteilung der gesamten Ziffer oder auch zwischen 2 Ziffern zu erreichen (für »Ästheten«).

5.10. Leiterplatte Sekundenanzeige

Aus Gehäusehalbzeug- und Röhrenanzeigeplattenmaßen ergab sich eine etwas schmale Restfläche. Um nun die Sekundenanzeige nicht noch aus 2 Platten zusammensetzen zu müssen, wurde sie in einer Kombination aus Leiterplatte und »3-D-Verdrahtung« hergestellt. Bild 27 deutet an, wie die Widerstände zwischen den Lötpunkten von Anzeigen und Schaltkreisen zu verdrahten sind. In Bild 28 ist zu erkennen, wie das praktisch aussieht. Die Widerstandsanschlüsse sind mit Isolierschlauch zu überziehen.

5.11. Stromversorgung, Entstörung

Bei TTL-Schaltungen größeren Umfangs tritt meist das Problem auf, daß der erforderliche Strom in die Größenordnung von 1 A und mehr kommt. So brauchte man für die derzeit im TTL-Rahmen »modernste« Uhr mit Quarz, TTL-Teiler, TTL-Zähldekaden und TTL-Decodern zusammen mit LED-Anzeigen mehr als 1,5 A. Damit beginnt für viele Amateure die Suche nach einem geeigneten Transformator, und hat man ihn, so ist nicht immer sichergestellt, daß er den Schutzbestimmungen entspricht, also zwischen Primär- und Sekundärkreis die erforderliche Prüfspannung aushält. Ein Kompromiß bezüglich Störsicherheit durch Senken der Betriebsspannung noch unter die standardgemäß zugelassenen 4,75 V senkt die Stromaufnahme bei dieser Lösung ebenfalls nicht so weit, daß handelsübliche Typen mit voll getrennten Wicklungen (auf 2 Schenkel verteilt) anwendbar wären.
Auch das beschriebene Modell benötigt noch einen relativ hohen Strom, aber mit 2 Einschränkungen: Zum einen entfällt (zumindest in der einfachen Variante) ein Teil des Strombedarfs, den ein quarzgesteuerter Teiler hat, und zum anderen wurde für die Versorgung der Anzeigen eine andere Lösung gewählt. So kommt man niederspannungsseitig noch mit einem 1-A-Klingeltransformator aus, während die Röhrenspeisung so billig wie unkonventionell aus der Kombination der beiden Primärwicklungen von zwei 0,5-A-Klingeltransformatoren (KT 07) auf je einem Schenkel des Kernpakets gewonnen wird. Beide Transformatoren wird der weniger mit dem Umgang mit Netzeingängen Vertraute in ihren Gehäusen belassen und die Uhr »über Schnur« speisen; eleganter ist ihr Einbau in das Uhrengehäuse selbst, wie im Muster geschehen. Die Demontage und der neue Zusammenbau dieser Ziffernröhrenversorgung für nur 17,60 M gelingt relativ leicht, da das Kernblechpaket nur dünn mit Farbe überzogen ist. Der mit den Sicherheitsvorschriften Vertraute wird den Aufbau nach Bild 29 auf einer Hartpapier- oder Halbzeugplatte (1seitige Kupferkaschierung, Kupfer auf der den Transformatoren abgewandten Seite) ohne große Mühe nachvollziehen können. Die Transformatoren werden dicht nebeneinander mit entsprechend langen Schrauben befestigt. Die Netzanschlußplatte nach Bild 30 erfordert besondere Umsicht; sie wird z. B. mit kleinen Kunststoffklötzchen angeschraubt. Spannungführende Netzkreisteile dürfen keinesfalls – auch, wenn sich ein Draht löst – mit berührbaren Sekundärkreisteilen in Berührung kommen! Diese Maßnahmen sind zwar weniger kritisch; sobald sich die Uhr in ihrem vollisolierten Gehäuse befindet, doch stehen davor einige Arbeiten am offenen Gerät, und vor einem Defekt durch Herunterfallen ist kein Gebrauchsgegenstand sicher. Während die Netzanschlüsse des Röhrenversorgungstransformators lang genug sind, um direkt an die Anschlußplatte gelötet zu werden, muß man die des 1-A-Transformators (leider) verlängern. Die Verbindungsstellen sind zuverlässig zu isolieren. Die Leitung ist nach den genannten Gesichtspunkten zuverlässig zu verlegen.

Auf der Netzanschlußplatte befindet sich eine Sicherung. Sie macht sich wegen des Entstörkondensators erforderlich, der ja durchaus einmal durchschlagen kann. Entstört wird durch ihn und 2 kleine Stabkerndrosseln (z. B. auch in elektrischem Spielzeug eingesetzte Typen), für deren Montage ebenfalls der Grundsatz gilt, daß unter allen Umständen eine Berührung mit Sekundärkreisen ausgeschlossen sein muß.
Für das Netzkabel wurden im Mustergerät 2 freie Lüsterklemmen über Drahtbügel eingelötet, doch erscheint es sinnvoller, das Netzkabel direkt mit der Anschlußplatte zu verbinden und mit einem Isolierstreifen zusätzlich festzuhalten, wie in Bild 31 angedeutet. Bei Wahl des weiter unten genannten Gehäusematerials wird der Platz für die Anschlußplatte schon wegen der Höhe des Sicherungshalters recht knapp. Dennoch empfiehlt sich eine Gesamtabdeckung dieses Geräteteils, z. B. mit 0,5 mm dickem PVC, das bei Sicherungswechsel abgehoben werden muß. Dadurch erhöht sich die Sicherheit bei offenem Gerät.
Sekundärseitig werden die Anschlüsse auf der Trägerplatte abgefangen. Dabei sind die Röhrenversorgungsanschlüsse ebenfalls gegen Berühren abzudecken. Es folgen nun nochmals Maßnahmen gegen Störimpulse. Über die Netzleitung gelangen nämlich, teils direkt aus dem Netz, teils sogar über Antenneneffekte eingefangen, ständig Störungen zum Geräteeingang. Sie werden um so gefährlicher, je »steiler« ihre Impulsflanken sind, denn darauf kann jeder Teil der TTL-Schaltung reagieren. Fehlzählungen oder gar das Verlöschen von Anzeigen sind die Folge. In beiden Fällen müßte neu gestellt werden. Jede von außen in die Schaltung geführte Leitung (auch zu Meßzwecken angeschlossene) kann diese Effekte hervorrufen. Normalerweise hat die Uhr aber nur netzseitig eine solche »Antenne« nach außen, während auf anderen Wegen ankommende Störer schon durch den gedrängten Aufbau und die schirmende Grundplatte im allgemeinen ausreichend ferngehalten werden. Uhr also schon bei Erprobung nicht in der Nähe von Störquellen betreiben. Neben der unmittelbar am Netzeingang angebrachten Entstörkombination haben sich ähnliche Maßnahmen auch sekundärseitig als notwendig und zweckmäßig erwiesen. Sie bilden übrigens, zusammen mit den »2-Schenkel-Transformatoren«, auch eine ausreichende Störimpulsdämmung von innen nach außen.
Bei den Kondensatoren auf der Netzseite und im 200-V-Weg sind 1000-V-Typen nötig. Netzseitig kann sogar noch anders vorgegangen werden: In ein kleines, vollisoliertes Zusatzkästchen (auch keine berührbaren Schrauben, die nach innen ragen, dürfen vorhanden sein!) baut man eine Blech-Stabkerndrossel und einen Entstörkondensator ein, wie er etwa in Staubsaugern vewendet wird. Allerdings darf dessen Masseseite nicht mit Gerätemasse, sondern nur (wenn vorhanden und nur durch den Fachmann!) mit dem Schutzkontakt verbunden werden. In diesem Fall wird auch die Sicherung im Kästchen mit untergebracht. Als Hülle ist z. B. das Gehäuse eines der verwendeten 0,5-A-Tansformatoren gut geeignet. Für die Drosseln braucht man keine allzu große Induktivität; schon UKW-Drosseln mit 10 bis 20 μH zeigen gute Wirkung. Auch etwa 20 Wdg. Kupfer-Lack-Draht (Durchmesser z. B. 0,3 mm), auf kurze Ferritstäbe von etwa 20 mm Länge gewickelt und mit Kleber gesichert, sind geeignet. Die Wirksamkeit aller Maßnahmen zeigt ein primitiver Test am fertigen Gerät: Wird ein anderer Verbraucher (Lötkolben, Heizlüfter, Beleuchtungstransformator u. ä., also mit unterschiedlicher Störwirkung) einige Male vom Netz getrennt, darf das zwar im Rundfunkempfänger laut krachen, die Anzeige der Uhr aber nicht beeinflussen.
Die sekundäre Verdrosselung, die 5-V-Gleichrichtung (etwa 4,8 V Gleichspannung stellen sich ohnehin bei der vorliegenden Belastung ein) und die Siebkondensatoren finden auf der Leiterplatte nach Bild 32 Platz, die im Muster mit einer Schraube mit Abstandsrohr einfach an der Transformatorplatte befestigt worden ist. Den Stromlaufplan der gesamten Stromversorgung zeigt Bild 33; aus Bild 34 erkennt man die Zusammenschaltung aller Einheiten der Uhr.

5.12. Trägerplatte, Gesamtmontage

Auf einer einseitig kupferkaschierten Hartpapierplatte der Größe 145 mm × 135 mm (Kupferseite nach unten) werden Netzteilplatte mit Gleichrichter- und Siebplatte sowie Takterzeugungs- und Ansteuereinheit mit je 2 kleinen Metallwinkeln oder stabilen Kunststoffklötzchen mit Gewinde M 3 oder M 2,5 befestigt. Von unten sind Senkschrauben erforderlich. Die Transformatoren müssen auf der Platte aufliegen. Die Winkel und Schrauben dürfen nicht mit anderen Stromkreisen, sondern nur mit Masse-

flächen in Berührung kommen. Für die Anzeigeeinheit wurden mit Mustergerät nur 2 1-mm-Stifte eingesetzt, die in (isolierte) 1-mm-Bohrungen der Anzeigeplatte greifen. Ähnlich wurde gemäß Bild 35 die Sekundenanzeigeplatte montiert. Es entsteht so eine kompakte, von hinten in das Gehäuse einschiebbare Einheit.

5.13. Gehäuse

Das Gehäuse wurde aus 150-mm-Plastwandfliesen (Polystyrol) mit Plastkleber zusammengeklebt. Die bei den verwendeten Platten auf der Innenseite vorhandenen, karoförmig angeordneten erhabenen Linien wurden mit einer größeren Feile geglättet, so daß das Einschieben nicht behindert wird. Das Gehäuse besteht damit aus einem zunächst nach vorn und hinten offenen Rahmen. In die Vorderseite paßt man 2 gleich große durchsichtige Piacrylscheiben von je etwa 2 mm Dicke ein, die seitlich durch 1-mm-Stifte oder durch einen schmalen eingeklebten Polystyrol-Leisten-Rahmen arretiert werden. Zwischen beide Scheiben werden rote, durchsichtige Bastelfolie sowie eine schwarze Papiermaske eingelegt. Im Ergebnis scheinen die Ziffern hinter dieser Sichtscheibe zu »schweben«, die Sekundenanzeige (wenn vorhanden) etwas höher als die anderen. Manchen stört vielleicht die leicht schräge Darstellung der beiden VQB 71 im Verhältnis zu den senkrechten Z 570 M. Es entsteht dabei kein merklicher Nachteil (vgl. die Bilder). Möglicher Ausweg: Decoder MH 74141 beschaffen und Z 590 M (10 mm Höhe) benutzen!
Die Rückseite der Uhr wird mit einer ähnlichen Isolierplatte verschlossen und z. B. im verbleibenden überstehenden Rahmen von außen berührungsfrei verschraubt oder verstiftet. Bild 36 zeigt einen seitlichen Schnitt durch das Gehäuse. Die Lage der Bohrungen für die ohne Knöpfe benutzten Tasten (nur mit Isolierstab bei Bedarf betätigen!) und für die Gangkorrektur ist am fertigen Gerät zu bestimmen.
Die begrenzte Stabilität des benutzten Gehäusematerials läßt sich erhöhen, wenn man den Plattenaufwand verdoppelt (übereinanderkleben!) oder wenn alle Leiterplatten an den Ecken abgeschrägt werden, so daß man die Klebekanten innen durch schmale Polystyrolstreifen verstärken kann. Die Trägerplatte ist dann entsprechend schmaler zu halten (z. B. nur 140 mm). Als vernünftigste Dauerlösung erwies sich schließlich ein Gehäuse aus etwa 4 mm dickem Hartpapier. Es kann mit Dekofolie beklebt werden.

5.14. Inbetriebnahme, Stellen (Beispiel mit s-Anzeige)

Nach dem Netzanschluß erscheinen meist mehrere Ziffern hintereinander. Man »klärt« mit der Rückstelltaste rechts außen auf 0000. Die Sekundenziffern laufen bereits von einer zufälligen (auch u. U. unsinnigen) Konstellation aus. Nun wird mit der Schnellstelltaste (2. v. l.) in wenigen Sekunden bis kurz vor die Realzeit gestellt. Die Feineinstellung ist durch mehrmaliges kurzes Antippen der 1. Taste v. l. möglich. Wird z. B. nach Fernsehuhr gestellt, so sollte nun die Anzeige beispielsweise etwa bei 19.29 stehen. Sobald die Sekunden mindestens 00 erreicht haben (also bei 19.30.00 bis 19.30.09), wird die 2. Taste von rechts gedrückt. Nun springen die Einersekunden ebenfalls wieder auf 0, und die Uhr »wartet« mit 19.30.00 auf die »Echtzeit«. Ist sie erreicht, Taste auslösen – die Uhr läuft. Korrekturen, die erst im betriebswarmen Zustand lohnen, erfolgen zunächst durch Zu- oder Abschalten von Abgleichkondensatoren: mehr C gibt langsameren, weniger C schnelleren Lauf. Dabei Gangkorrekturwiderstand etwa im 1. Drittel, Feineinstellung später an diesem Widerstand: kleinerer Wert bedeutet langsameren Gang und umgekehrt. Leider übersteigt es den Rahmen dieses Bauplans, für »später« noch eine Quarzzeitbasis zu beschreiben, für die man allerdings z. B. diesen Zusatzaufwand benötigt:
Ersatz der beiden P 193 durch P 192; Einsatz von 3 weiteren P 192 und eines P 200 mit 100-kHz-Quarz oder zusätzlich eines P 172 mit 200-kHz-Quarz (der wesentlich kleiner als ein 100-kHz-Typ ist!). Beides sind »Standard-Quarze«. Bei einem 256-kHz-Typ könnten die P 193 beibehalten werden. Jedenfalls kostet (Preise von 1978) dieser Zusatz etwa nochmals 100 M mit P 193 oder 140 M bei Austausch in P 192. Diese Größenordnung ergibt sich auch, wenn man einen D 920 (bzw. 921) und einen Spezial-Uhrenquarz erhält und daraus den Sekundentakt gewinnt, nur ist diese Lösung wesentlich genügsamer im Strombedarf. Eine solche Schaltung ist z. B. in der 2. Lieferung der »Schaltungssammlung für den Amateur« enthalten.

6. Erweiterung der Weckuhr

Aus Platzgründen kann das nur angedeutet werden, und zwar – ohne Wahlschalter – für eine feste Weckzeit. Die Parallelausgabe der Zeitinformation macht das leicht möglich. Beispiel: Wecken um 05^{15} Uhr. Mit den Ausgängen für 5 min, 10 min und 5 h sowie der 0 der Zehnerstunden werden die jeweils parallelgeschalteten Eingänge der 4 Gatter eines P 200 verbunden; die Gatterausgänge führen zu den Eingängen eines »halben« P 220. Tritt die Weckzeit ein, haben alle P-200-Eingänge L, also ihre Ausgänge H, und am P 220 erscheint L. Mit diesem oder auch mit dem im 2. Gatter des P 220 negierten Signal kann ein Weckgenerator angeschaltet werden. Noch einfacher aber schaltet man damit die Generatorfrequenz (256 Hz) zu einem Kleinlautsprecher durch. Effektvoller – in Bild 37 schon angedeutet – wird der Weckton durch Unterbrechen im 1-s-Rhythmus. Ein P 240 statt des P 220 ergibt höhere Ausgangsleistung. Meist reicht aber schon das Signal einer Telefonhörkapsel o. ä., so daß die Einrichtung nach Bild 37 mit etwas Geschick etwa im vorderen Uhrenteil in der Nähe der Anzeige untergebracht werden kann.
Da das Signal nach 1 min verstummt, ist für hartnäckige Schläfer entweder noch ein »Selbsthalte-Flip-Flop« nötig oder – viel einfacher – die Festlegung eines 10-min-Rasters, also Wecken bei z. B. 05^{10}. Dann werden nur 1, 5 und 0 zu Gattern geführt; die Minuten-Null bleibt offen. Ergebnis: 9 min 59 s Weckton von $05^{10^{00}}$ bis $05^{19^{59}}$! Dieser Dauer- oder im 1-s-Rhythmus zu unterbrechende Ton kann schließlich noch im Sinne von Bild 37 jeweils im 1-min-Rhythmus verstummen und neu ertönen. Weitere Effekte (Wiederholung des Tons nach 10 min, also »Schlummertaste«, u. ä.) sind mit etwas Phantasie leicht zu realisieren. Bild 37c und Bild 38 zeigen die 5^{00}-Uhr-Lösung mit Schlummertaste des Mustergeräts. Als Signalgeber genügte eine Ohrhörerkapsel. Bei gedrückter Schlummertaste wird außerdem um 15^{10} Uhr geweckt. Über die nach Einbau vorn liegende Taste kann abgeschaltet werden (auch als »Wochenendsperre« geeignet).

7. Andere Uhrenkonzeptionen

Mit der angedeuteten Gesamtlösung für einen Quarztakt von 100 kHz auf 1 s, also 5 × P 192 C, und weiteren 6 × P 192 C mit 6 × P 147 C und 6 × VQB 71 ergibt sich die derzeit verbreitetste, aber eben von den Bauelementen her auch am schwierigsten zu beschaffende TTL-Digitaluhr. Lösungen mit Gattern werden z. B. (1978) in der Fachpresse ebenfalls noch angeboten.
Interessante Parallelen zur vorgestellten »TTL-Register-Uhr« stellen Lösungen mit den MOS-Programmschaltkreisen U 700 (nicht mehr in Produktion) und U 710/U 711 dar. 1979 werden voraussichtlich auch die Zähler-/Decoder-MOS-Bausteine U 121/U 122 preiswert angeboten, was ebenfalls günstige Baumöglichkeiten verspricht. Nicht zuletzt sei auch auf die in H. 10/78 radio-fernsehen-elektronik beschriebene Uhr mit dem Rechnerschaltkreis U 820 D/821 D verwiesen, die eine eigenwillige, aber recht interessante Lösung darstellt. Allerdings stehen (1978 gesehen) diese Schaltkreise z. Z. nur begrenzt zur Verfügung.
Insgesamt enthält der vorliegende Bauplan damit »eine von vielen« und leitet seine Berechtigung vor allem aus diesen 3 Aspekten ab:

- Nur geringer Einsatz von schweren beschaffbaren Teilen;
- Wahl des Gesamtumfangs durch den Leser (»Stufen«);
- typofix-Folie erleichtert den Bau erheblich.

8. Wichtigste Bauelemente und Bezugsquellen

Die folgende Liste ging auch dem Konsum-Elektronik-Versand 7264 Wermsdorf, jetzt Oschatzer Str. (Postfach), nach entsprechender Rücksprache zu, wo man sich bemühen wird, für Kunden in der gesamten DDR diese Bauelemente bereitzustellen. Hinweis: Für die angeführten »P«-Schaltkreise eignen sich auch entsprechende Markentypen, und statt der 200er Gatter und Flip-Flop können auch die der 100er Reihe benutzt werden. Außerdem sind generell Plastgehäuse (»D«) statt Keramik (»C«) zulässig. Die Typenwahl ergab sich einfach aus der Marktlage. Abschließend sei auch auf die RFT-Amateurfilialen und auf Läden des SGB Kulturwaren verwiesen.

8.1. Rundenzähler

2 × P 192 C; 2 × P 147 C; 2 × VQB 71; 1 × P 200 C; 1 × Tastenschalter, 2 Einzeltasten – unabhängig rastend; 1 × 2 Umschalter. Für den Rundenzähler ist mindestens in Wermsdorf sowie in einigen RFT-Amateur-Filialen (Berlin, Erfurt, Leipzig) ein typofix-electronic-special-Blatt im Format A 5 für 1,65 M mit den ätzfesten Abreibebildern für 2 Rundenzähler erhältlich, das folgende Platten enthält: 3 × Zählerplatte, 1stellig, 1 × Tastenplatte, 2 × Anzeigeplatte, 2stellig (1 × davon ohne Tastenseite), Bestellbezeichnung: typofix-Blatt Digitaluhr und Rundenzähler (Bauplan Nr. 40.) Blatt 2. Dieses Blatt enthält außerdem die Zusatzteile der Uhr (siehe 8.2.).

8.2. Digitaluhr

IS-Mindestbestückung: 6 × P 195 C; 3 × P 274 C; 1 × P 210 C; 4 × P 220 C; 1 × P 240 C; 2 × P 192 C; 2 × P 193 C; 29 Transistoren SS 201 (SS 202), 2 Transistoren SS 216 o. ä.
Sekundentakt: 2 × P 147 C; 2 × VQB 71 (oder – ohne Leiterplatte und Stromlaufplan in diesem Bauplan –, falls erhältlich, 2 × MH 74141; 2 × Z 590 M).
Sonstiges:
4 × Z 570 M (oder Z 573 M)
1 × Schalenkern 22 × 13, A_L 400 (oder 630 oder 18 × 11) mit Wickelkörper
1 × MKL3-Kondensator (prismatisch) 6,8 µF oder entsprechender Ausweich
5 × MKL3-Kondensator (prismatisch) 1 µF oder entsprechender Ausweich
1 × Tastenschalter, 4 Einzeltasten, unabhängig (auch nichtrastend), mit je 2 Umschaltern
1 × 6 V/1-A-Klingeltransformator »Typ 7« (SIGEBA)
2 × 6 V/0,5-A-Klingeltransformator KTO 7 zum Umbau auf 220 V/200 V (ELMET)
3 × Elektrolytkondensator 1000/10
4 × SY 200
1 × SY 320/4 o. ä.
1 × Sicherungsschalter für gedruckte Schaltungen
4 × Entstördrossel 10...40 µH (etwa Ø 3...4 × 16...20)
2 × Entstördrossel 10...20 µH/1 A (etwa Ø 8 × 25...30)
Für die Digitaluhr stehen die ätzfesten Abreibebilder aller Baugruppen-Leiterplatten auf einem typofix-electronic-special-Blatt im Format A 4 (2,35 M) zur Verfügung, Bezugsquellen wie beim Rundenzähler. Es enthält: Gleichrichter- und Siebteil, Takterzeugung/Stellen, Ansteuerung, Röhrenanzeige. Erweiterung s-Anzeige mit VQB 71, Netzanschluß und Weckerplatte befinden sich aus Platzgründen mit auf dem Rundenzählerblatt. Bestellbezeichnung wie 8.1., aber Blatt 1.

1. Auflage, 1.–25. Tausend · © Militärverlag der Deutschen Demokratischen Republik (VEB) – Berlin, 1979 · Cheflektorat Militärliteratur · Lizenz-Nr. 5 · LSV: 3539 · Lektor: Rainer Erlekampf · Zeichnungen: Manfred Schulz Typografie: Helmut Herrmann · Hersteller: Hannelore Lorenz · Korrektor: Ilse Fähndrich · Printed in the German Democratic Republic · Gesamtherstellung: Grafischer Großbetrieb Sachsendruck Plauen Redaktionsschluß: 23. August 1978 · Bestellnummer: 746 070 9 · Beratende Mitarbeit: Winfried Müller

Wichtiger Hinweis!

Der Umfang des Bauplans und die relativ umfangreichen Leiterplatten waren der Grund für folgendes Verfahren: Im Bauplan sind die Bestückungspläne (M 1 : 1) mit Blick auf die Bauelementeseite dargestellt. Die Leiterbilder stehen gemäß Abschnitt 8. in Form von 2 typofix-electronic-special-Blättern zur Verfügung. Sie stellen für den Amateur die einzig rationelle Art dar, diese Leiterplatten sauber und ohne Übertragungsfehler zu realisieren. Daher konnte im Bauplan zugunsten der anderen Informationen auf die Wiedergabe von 1 : 1-Leiterbildern verzichtet werden. Bezugsquellen der Folien siehe Abschnitt 8.!

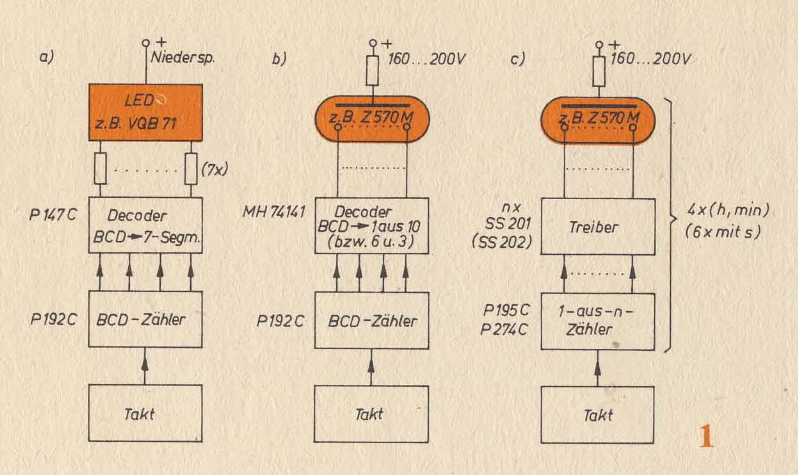
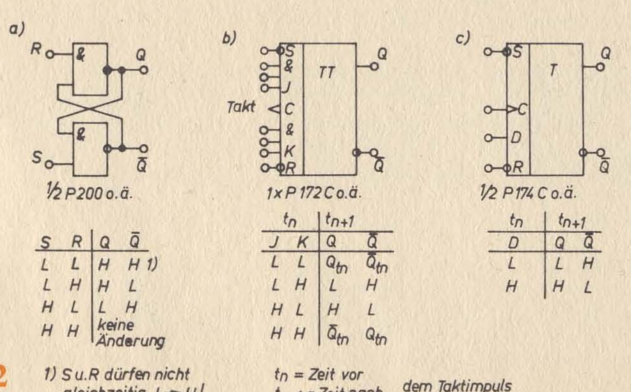


Bild 1
Varianten für eine Digitaluhr mit MSI-Schaltkreisen,
a – derzeit gebräuchlichste mit LED-Anzeige, jedoch Bauelemente nicht immer erhältlich;
b – mit Ziffernröhren, jedoch Decoder nur aus Importen;
c – gewählte Variante mit derzeit kleinsten Beschaffungsproblemen

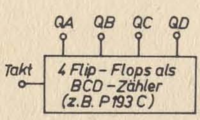


S	R	Q	Q̄
L	L	H	H 1)
L	H	H	L
H	L	L	H
H	H	keine Änderung	

t_n		t_{n+1}	
J	K	Q	Q̄
L	L	Q_{tn}	$\bar{Q}_{tn}$
L	H	L	H
H	L	H	L
H	H	$\bar{Q}_{tn}$	Q_{tn}

t_n	t_{n+1}	
D	Q	Q̄
L	L	H
H	H	L

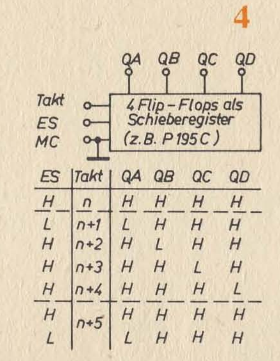
Bild 2
Flip-Flop-Arten. a – RS-Flip-Flop aus 2 Gattern, b – JK-Flip-Flop (z. B. P 172 C), c – D-Flip-Flop (davon 2 in einem P 174 C)



Takt	QA	QB	QC	QD
0	L	L	L	L
1	H	L	L	L
2	L	H	L	L
3	H	H	L	L
4	L	L	H	L
5	H	L	H	L
6	L	H	H	L
7	H	H	H	L
8	L	L	L	H
9	H	L	L	H
10	L	H	L	H
11	H	H	L	H
12	L	L	H	H
13	H	L	H	H
14	L	H	H	H
15	H	H	H	H
0	L	L	L	L

3

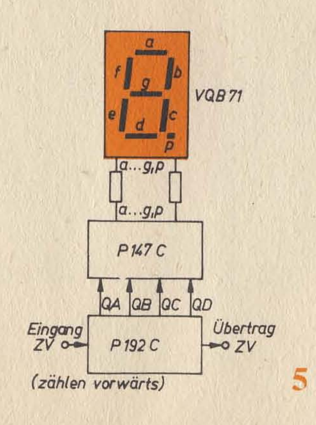
Bild 3
Als BCD-Zähler verknüpfte Flip-Flop und die Ausgangszustände in Abhängigkeit von der Zahl der angelegten Taktimpulse. 0 bis 9: P 192 C, 0 bis 15: P 193 C

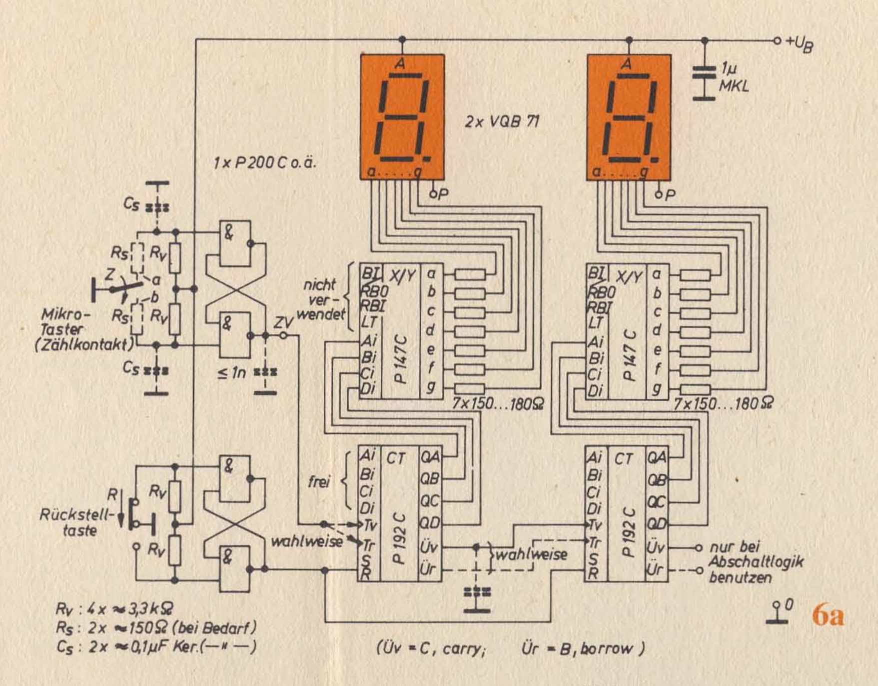


ES	Takt	QA	QB	QC	QD
H	n	H	H	H	H
L	n+1	L	H	H	H
H	n+2	H	L	H	H
H	n+3	H	H	L	H
H	n+4	H	H	H	L
H	n+5	H	H	H	H
L		L	H	H	H

Bild 4
Als Schieberegister verknüpfte Flip-Flop und ihre Ausgangszustände in Abhängigkeit von Takt und Zustand des seriellen Eingangs ES (Registertyp P 195 C). MC: Steuereingang (vgl. Bild 12)

Bild 5
Zähldekade mit LED-Anzeige





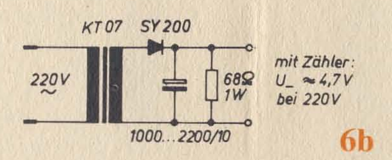
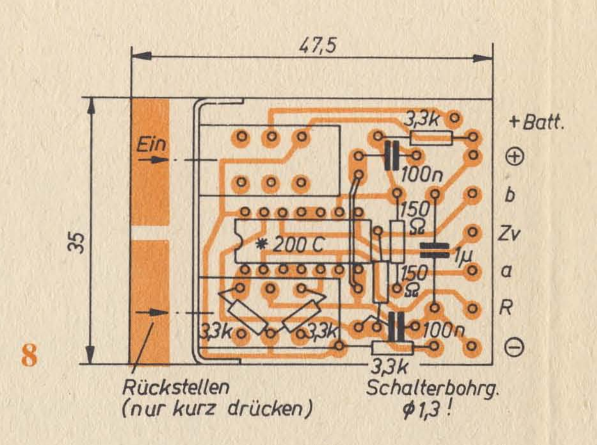


Bild 6
a – vollständiger Ereigniszähler für 0 bis 99 (ohne 2. Dekade: 0 bis 9). Wird der Zählkontakt über eine Leitung angeschlossen, dann sind R_S und C_S unbedingt erforderlich. Betrieb ist dabei auch aus Netzteil nach b möglich (Vorlast legt Betriebsspannung in den geforderten Bereich)



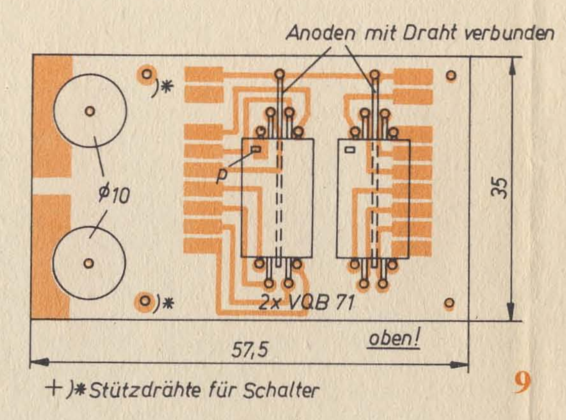
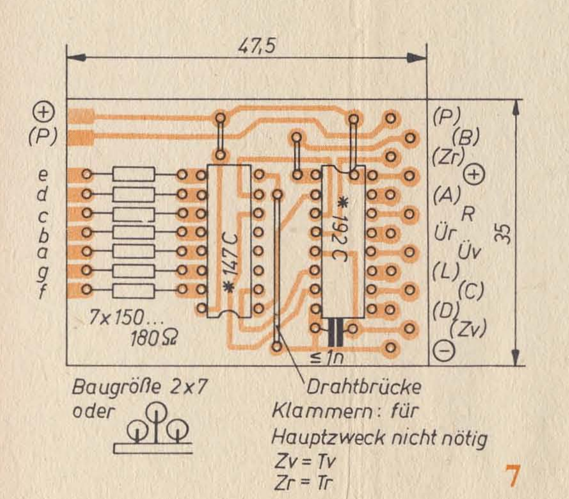


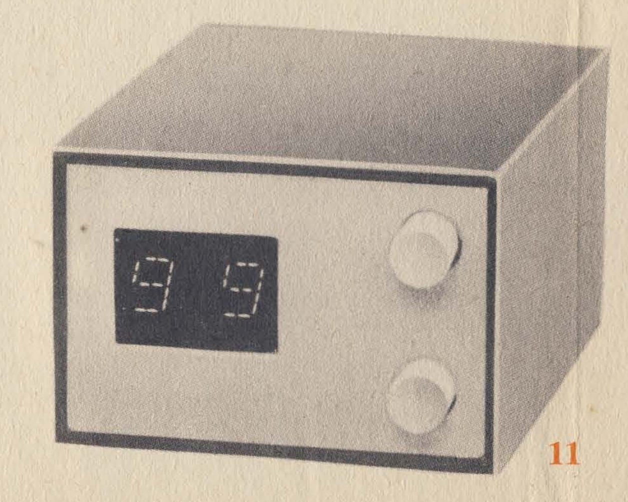
Bild 7
Leiterbild und Bestückungsplan einer Zähldekade mit Zählschaltkreis P 192 C und Decoder P 147 C sowie mit den Strombegrenzungswiderständen für die LED-Anzeige

Bild 8
Leiterbild und Bestückungsplan der Ansteuer-, Entprell- und Siebteilplatte mit Tastenschalter für Ein- und Rückstellen auf 00

Bild 9
Leiterbild und Bestückungsplan der 2stelligen LED-Anzeige für den Zähler von 0 bis 99

Bild 11
Ansicht des Zählers 0 bis 99





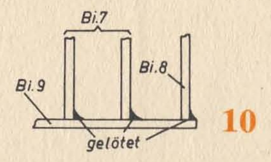


Bild 10
So werden die beiden Zählerplatten und die Schalterplatte senkrecht auf die Anzeigeplatte aufgelötet. An der Rückseite werden Drahtverbindungen durch die Bohrungen gefädelt und angelötet

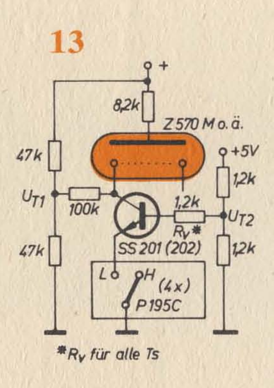


Bild 13
So kann eine Ziffernanzeigeröhre von einem P 195 C angesteuert werden. Das Bild zeigt die vollständige Beschaltung sowie einen von maximal 10 nötigen Transistoren

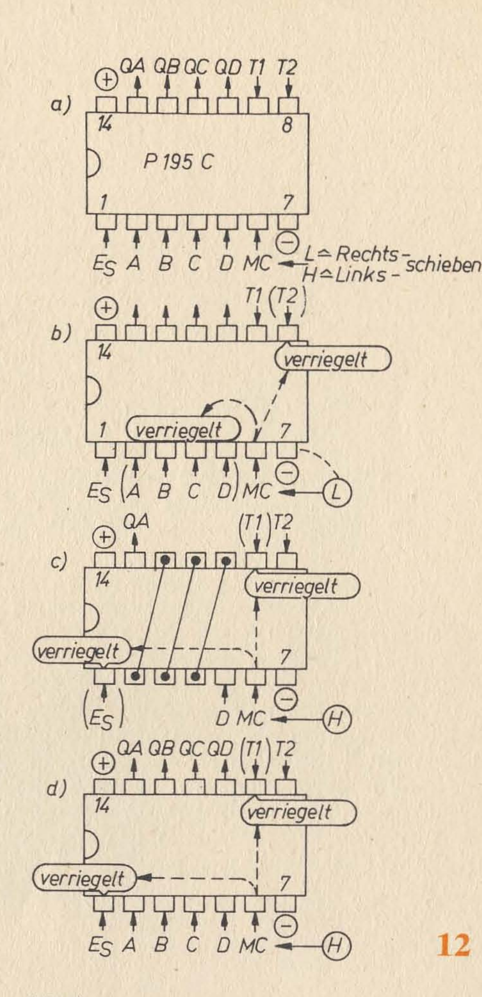


Bild 12
Mögliche Arbeitsweisen des Schieberegisters P 195 C,
a – Anschlußbild; b – serielle Vorwärtsschiebung, Eingang ES, Takt T1, MC auf L; c – serielle Rückwärtsschiebung, Eingang D, Takt T2, MC auf H, Spezialverdrahtung; d – Parallelschiebung, Eingänge A bis D, Takt T2, MC auf H

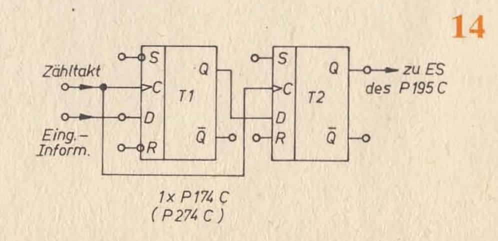


Bild 14
P 174 C (P 274 C), als 2-Bit-Schieberegister zusammengeschaltet (Achtung – P 174 C benötigt gegenüber P 195 C umgekehrten Takt!). In T2 bei R und S Kreise nachtragen

Minuten (Anschlüsse zum Anzeigeteil) Zehner – Minuten

Stunden Zehner – Stunden

RG: P 195 C
T: 1/2 P 174 C
(1/2 P 274 C)

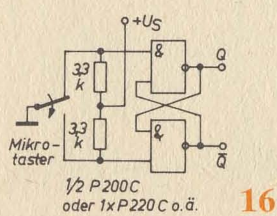
automatische Rückstellung nach 23^{59}

Rückstellen 0000

Taste auf Taktgeberplatte

P 220 C o. ä. 2 x SS 216 o. ä. P 210 C P 240 C

15



16

Bild 15
Kern der Uhr: Zähl- und Ansteuereinheit mit Minutentakt-Eingang, Rückstellung auf 0000 und Ausgabe für die Ansteuertransistoren der Anzeigeeinheit nach Bild 21. An Minuteneingang leiterseitig bei Bedarf 470 pF gegen Masse zur Störunterdrückung löten!

Bild 16
Mit dieser bekannten Schaltung kann zunächst am Minutentakteingang in »Zeitlupe« die Schaltung nach Bild 15 angesteuert und geprüft werden

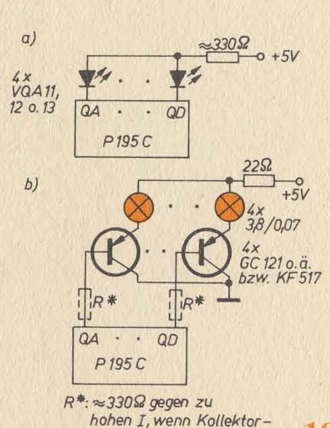
Bild 17
Mögliche Anordnung einer »Billiganzeige« für Bild 15

Bild 18
Möglichkeiten der Anzeige nach Bild 17: a – mit Leuchtdioden, b – mit transistorgeschalteten Lampen

0 10 20
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 h

0 10 20 30 40 50
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 min

17



18

für Leitungen von s-Anzeige

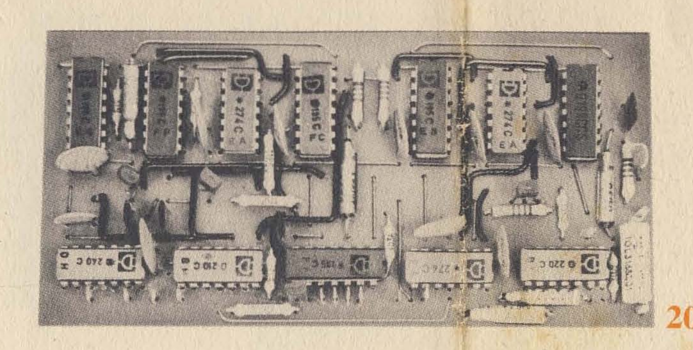
X–X leiterseitig verbinden (isol. Draht)

sich kreuzende Drahtbrücken isolieren!

Stecklötösen

nach Bi. 25

19



20

Rahmen wie Bildteil b

$U_{eff} \approx 200V\sim$

≈8,2k (1x für jede Röhre)

usw. SS201 oder 202

(1x je Röhre)

auf der Ansteuer-Leiterplatte (für alle Anzeigen)

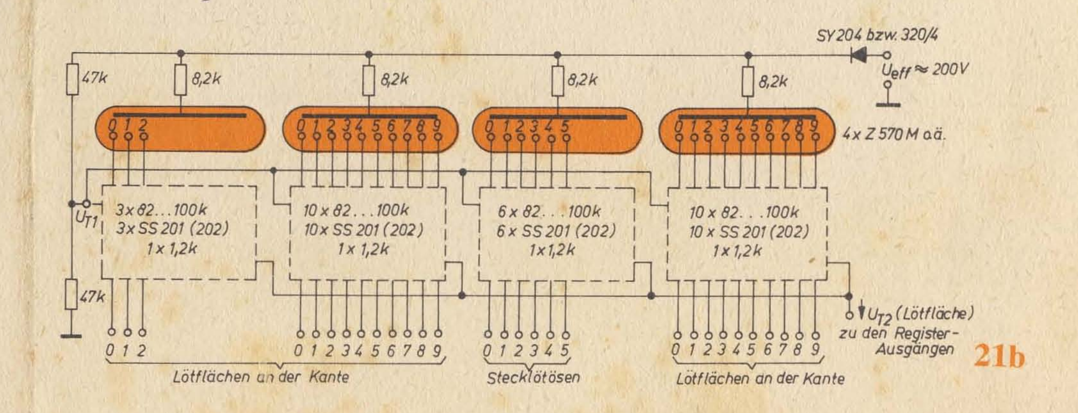
(zu den Registerausgängen)

21a

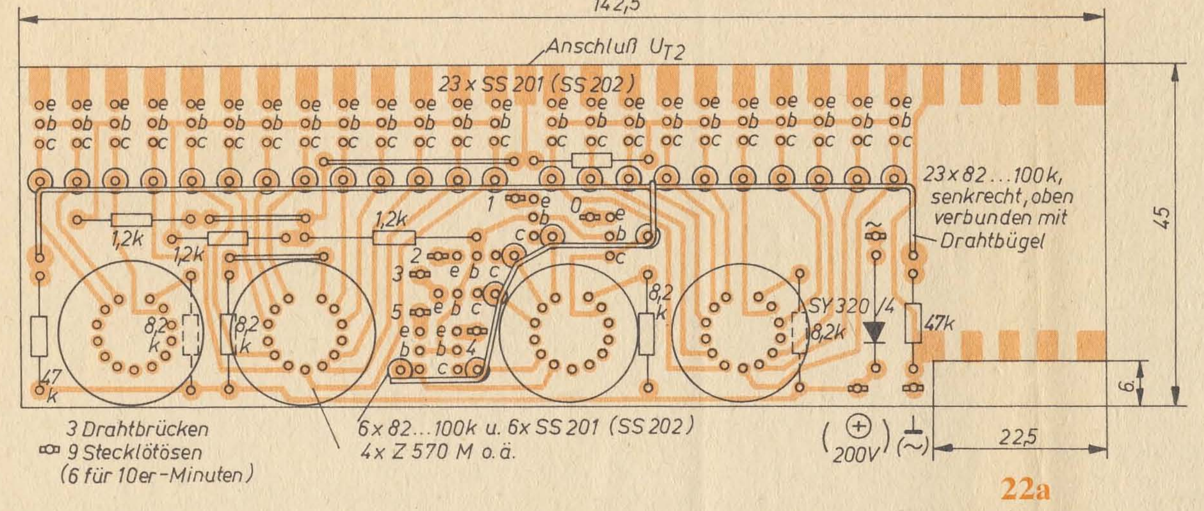
Bild 19
Leiterbild und Bestückungsplan für die Zähl- und Ansteuereinheit nach Bild 15

Bild 20
Ansicht der Leiterplatte zu Bild 15 (noch vom Versuchsmuster, für Nachbau gelten die Zeichnungen!)

Bild 21
Anzeigeteil für Stunden und Minuten mit 13-mm-Ziffernröhren: a – Detaildarstellung der Ansteuerung, b – Gesamtbild

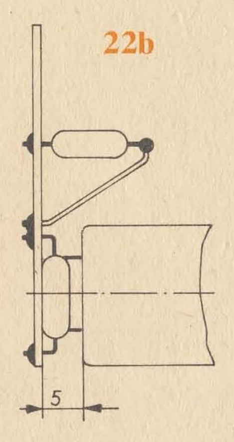
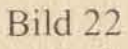


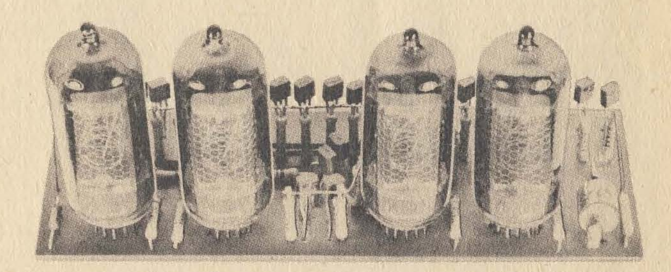
21b



22a

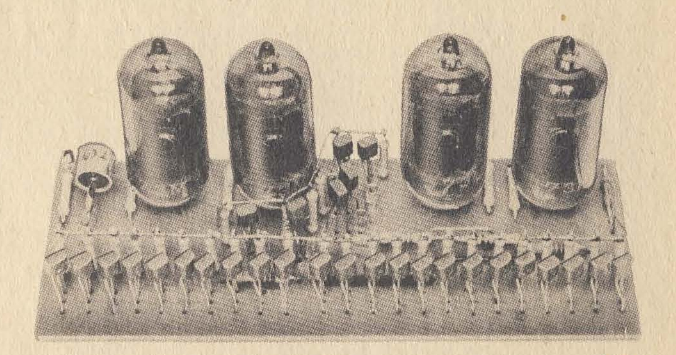
22b





23a



23b

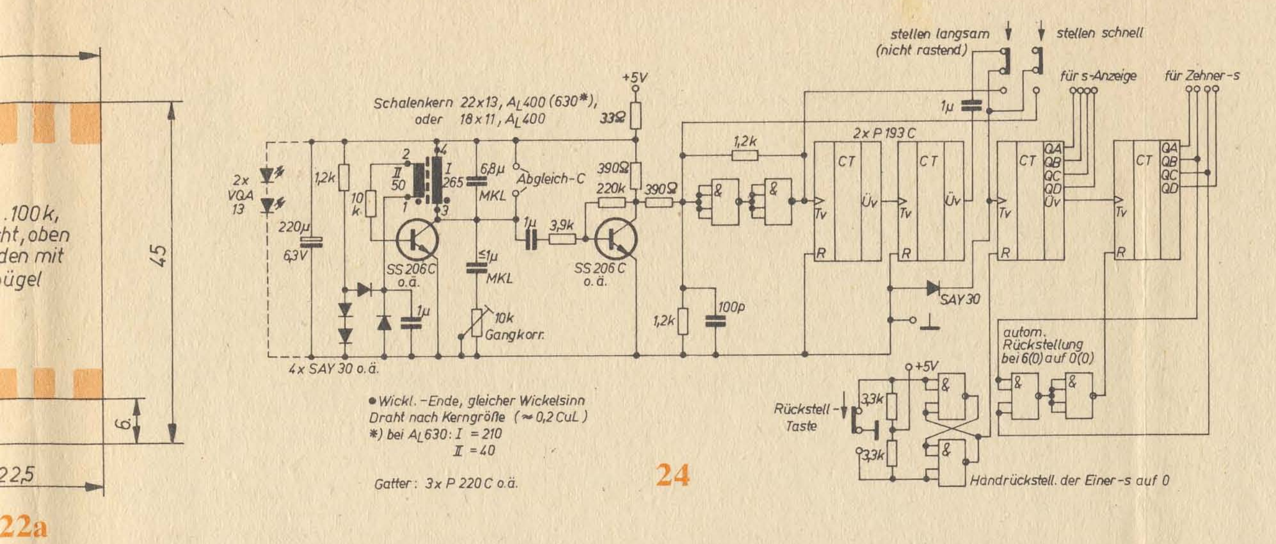
Bild 22
a – Leiterbild und Bestückungsplan des Anzeigeteils nach Bild 21. Die Platte wird senkrecht auf die Kantenanschlüsse der Platte nach Bild 19 gelötet; Höhe etwa 1,5 bis 2 mm über Unterkante. Vor dem Zusammenlöten beide Platten prüfen! Verbindungen der Zehnerminuten (0 bis 5) über Litzendrähte von Leiterseite Bild 19 auf Stecklötösen in Bild 22;
b – Detail »Widerstände stehend mit Verbindungsdraht«

Bild 23
Ansichten des Versuchsmusters zu Bild 22

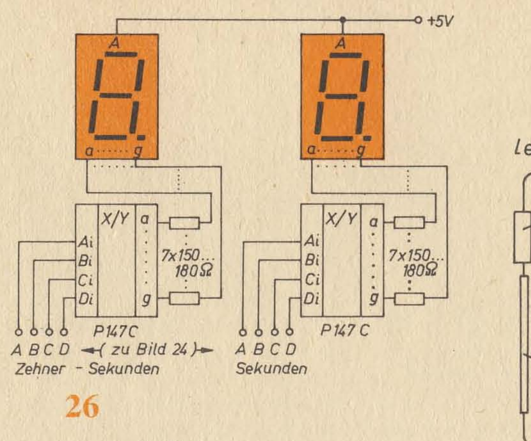
.100 k,
ht, oben
den mit
ügel

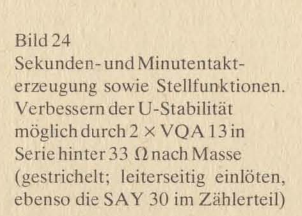
22,5

22a



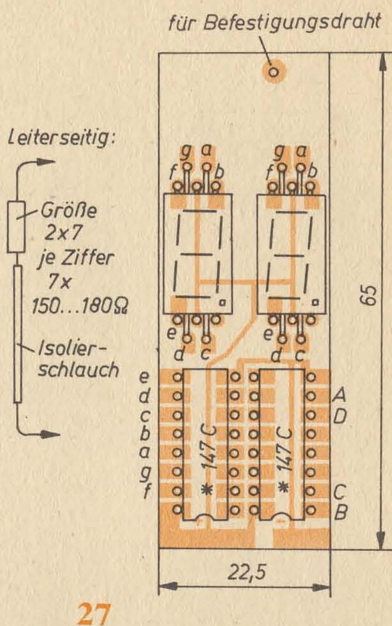
24





26

Bild 24
Sekunden- und Minutentakterzeugung sowie Stellfunktionen. Verbessern der U-Stabilität möglich durch 2 × VQA 13 in Serie hinter 33 Ω nach Masse (gestrichelt; leiterseitig einlöten, ebenso die SAY 30 im Zählerteil)



27

s
10 er-s (zu Bi.27 v. Leiterseite b. Bedarf)
1µ MKL
100n
193 C
192 C
für Befestigg.
22x13 (18x11)
220 C
1µ MKL
min-Takt
nach Bi 19
Abgl-C
1,2k
470p
33Ω
für 200V-Leitung
220/6,3
6,8µ MKL
390Ω
3,3k
leiterseitig mit Bi.19 verbinden
10k
1µ MKL
3,9k
220k
Tastenschalter, unabhängig
4 Tasten,
für C-Abgleich (ggf LÖ)
10k Gangkorr.
stellen langsam
stellen schnell
stop 0s
rückstellen 00h 00min
Stecklötösen oben
65
142,5

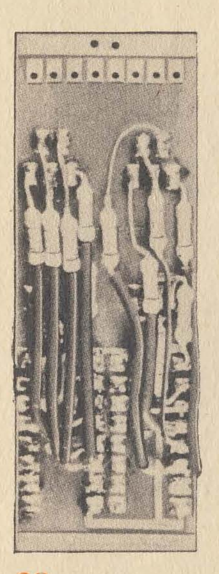
25

Bild 25
Leiterbild und Bestückungsplan zu Bild 24. Für die Abgleichkondensatoren (MKL und KT) wurden mehrere Lötaugen vorgesehen

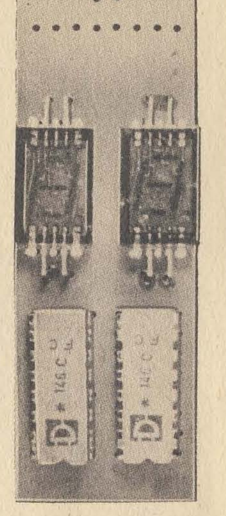
Bild 26
Nachrüstbare Sekundenanzeige

Bild 27
Sekundenanzeigeplatte; Bestückungsplan und Hinweis auf die Widerstandsmontage

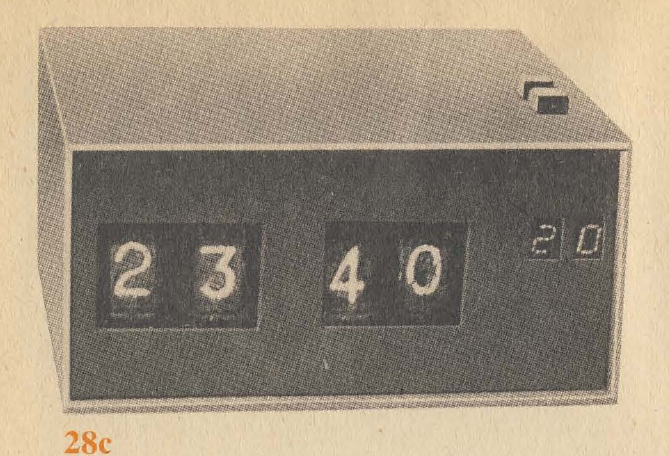
Bild 28
Ansichten des Versuchsmusters zu Bild 27 (14 Widerstände, teilweise verdeckt); c-Zuordnung der Sekundenanzeige im fertigen Gerät



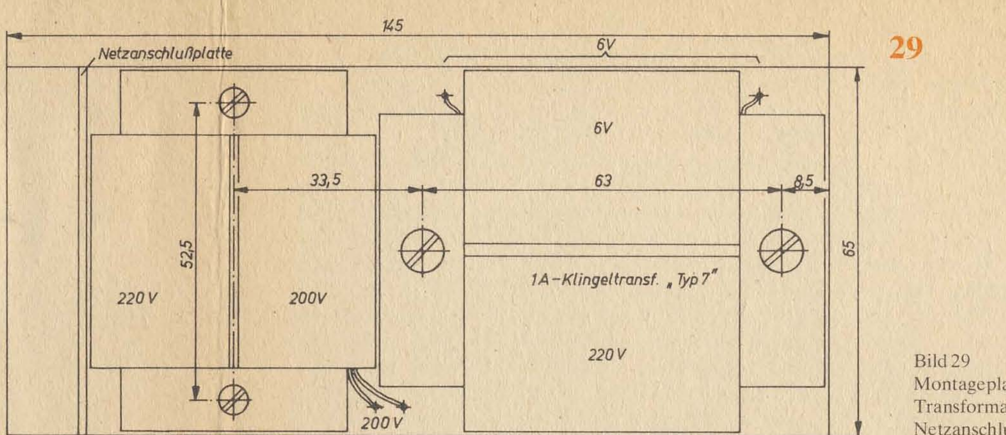
28a



28b

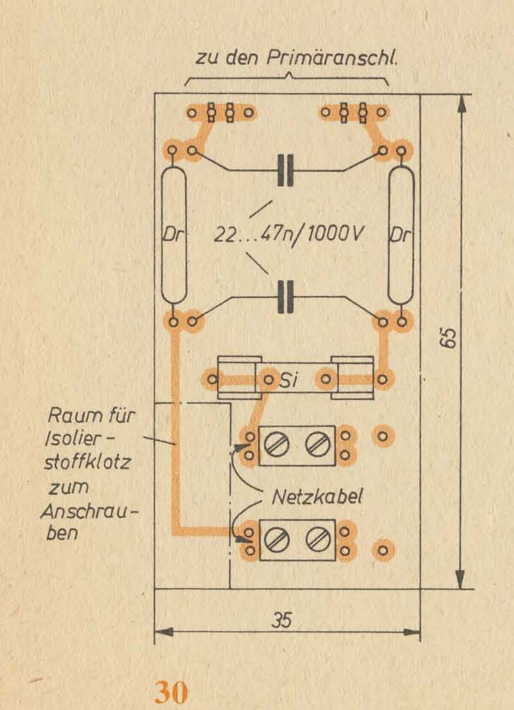


28c



29

Bild 29
Montageplatte für die beiden Transformatoren und für die Netzanschlußplatte nach Bild 30

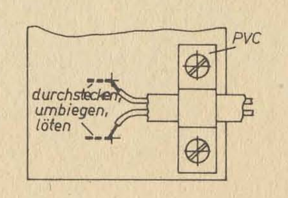


30

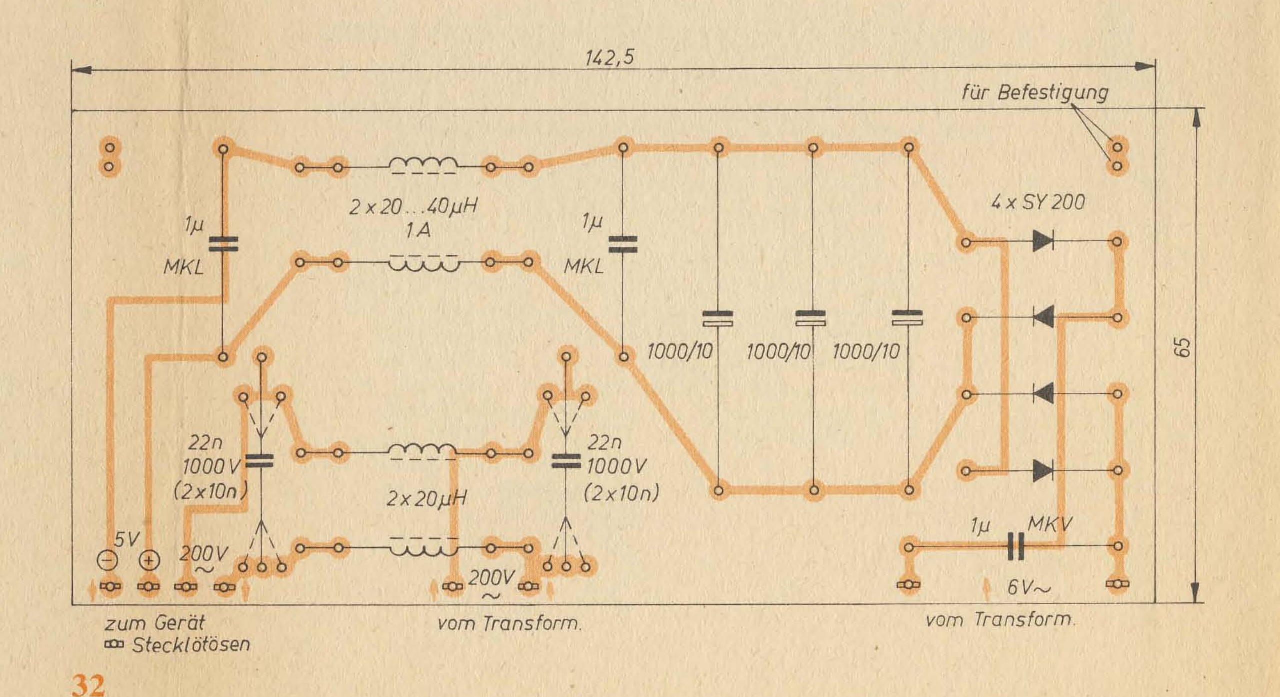
Bild 30
Netzanschlußplatte, Bestükkungsplan und Leiterbild

Bild 31
Kabelbefestigung (Möglichkeit)

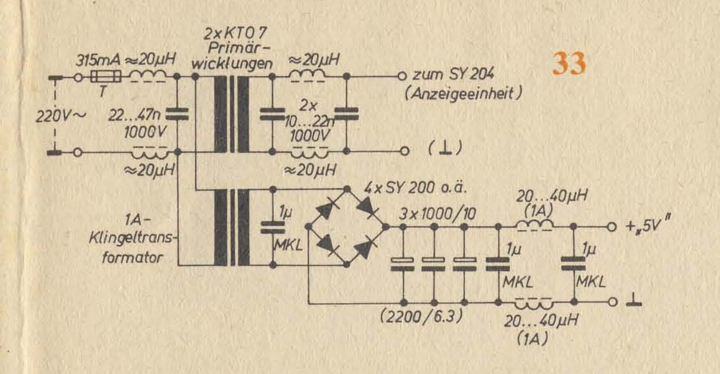
Bild 32
Leiterbild und Bestückungsplan der Gleichrichter- und Siebteilplatte. Für Drosseln und 1000-V-Kondensatoren wurden mehrere Lötaugen vorgesehen



31



32



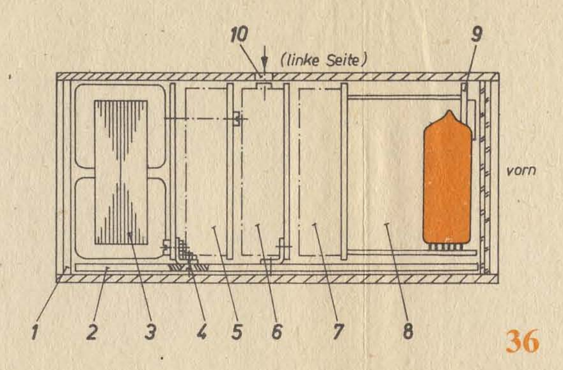


Bild 36
Schnittdarstellung der Uhr, Blick von links: 1 – Rückwand, 2 – Trägerplatte, 3 – 1-A-Transformator, 4 – Befestigungswinkel, 5 – Gleichrichter- und Siebteil, 6 – Takterzeugung, 7 – Ansteuerung, 8 – Minuten/Stunden-Anzeige, 9 – Sekundenanzeige, 10 – Tastenlöcher

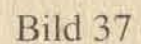
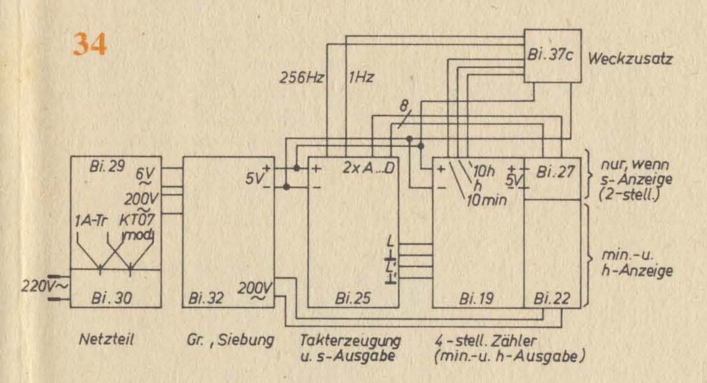
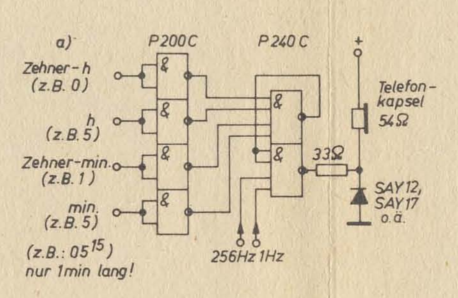
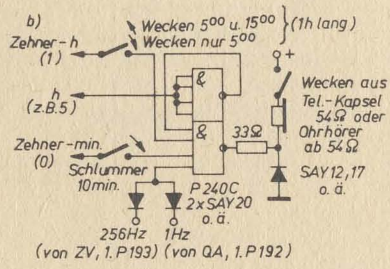
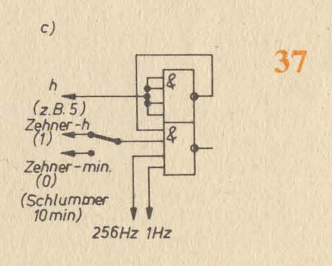


Bild 37
Weckzusatz mit Sekundenrhythmus: a – minutengenau, aber nur 1 min langer Weckton; b – einfache Lösung für volle Stunden, mit »Schlummertaste« (Wiederholung des Weckens nach 10 min, dann bis zur nächsten vollen Stunde); c – nochmals vereinfachte Variante von b (im Versuchsmuster benutzt), weckt bei gedrückter Schlummertaste auch 15^{10} Uhr. Signalgabe wie bei b. Fehler bei a: P240C muß P230C sein, 6 Eingänge benutzt, keine Rückführung!









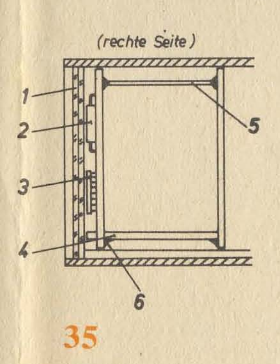


Bild 33
Stromlaufplan der gesamten Stromversorgung

Bild 34
»Gruppenverbindungsplan« der Uhr

Bild 35
Montage der Sekundenanzeigeplatte (Ansicht auf rechte Seite der Uhr): 1 – Frontscheibe mit Rotfolie, 2 – VQB 71, 3 – P 147 C, 4 – Röhrenanzeigeplatte mit Ausschnitt, 5 – 1-mm-Draht (ggf.), 6 – Lötkehlen

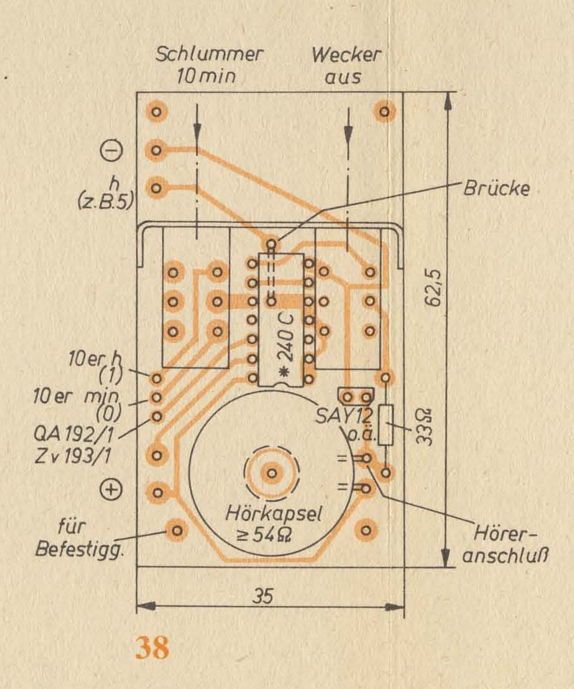


Bild 38
Leiterbild und Bestückungsplan zu Bild 37 c; wird rechts vorn rechtwinklig zur Sekundenanzeigeplatte montiert; für den Ohrhörer ist eine Schallöffnung im Gehäuse vorzusehen.

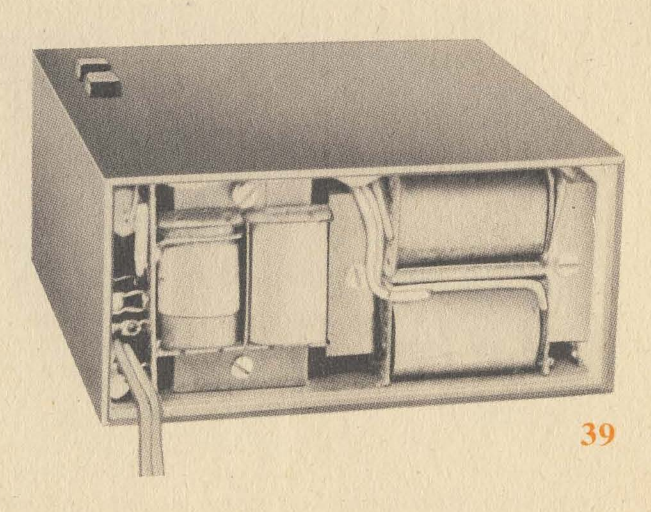


Bild 39
Blick von hinten in die fertige Uhr bei abgenommener Rückwand